

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001189268  
PUBLICATION DATE : 10-07-01

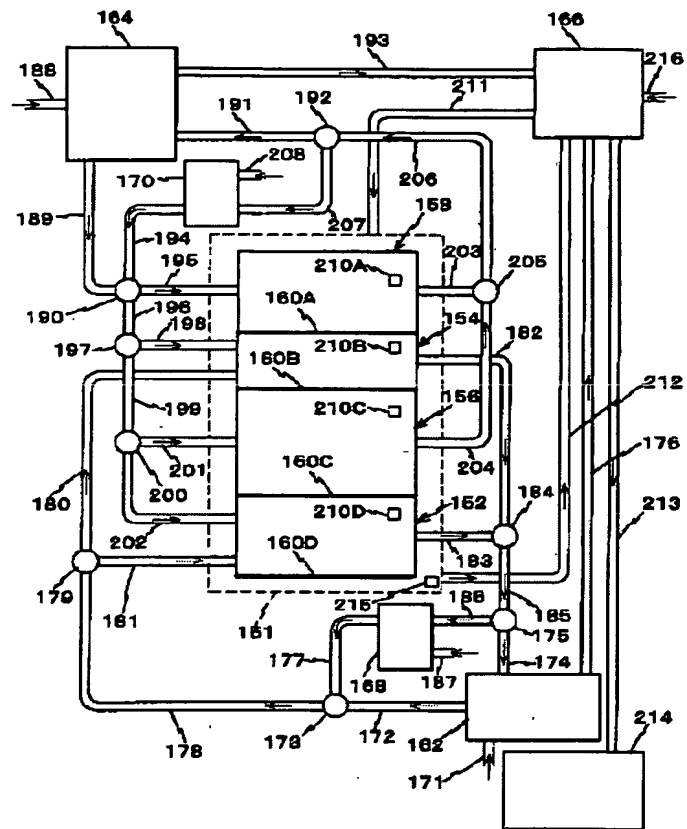
APPLICATION DATE : 18-10-00  
APPLICATION NUMBER : 2000317550

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : NISHI TAKECHIKA;

INT.CL. : H01L 21/027 G03F 7/22

TITLE : ALIGNER AND EXPOSURE METHOD,  
AND DEVICE MANUFACTURING  
METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make an aligner exhibit high performance with in chemical cleanliness and transmittance of an illumination light, when using the illumination light for exposures whose wavelength is not longer than 200 nm.

SOLUTION: An aligner has first air-conditioned room 152, including the end surface of the image-plane side of a projection optical system, a substrate stage, and a driver of the substrate stage, a second air-conditioned room 154 including the end surface of the object-plane side of the projection optical system, a mask stage, and a driver of the mask stage, a third air-conditioned room 156 including the projection optical system, a fourth air-conditioned room 158 including an illumination optical system, an air-conditioning controller 162 for feeding helium gas which has in terminate purity into the first and second air-conditioned rooms 152, 154 to perform air-conditioning, an air-conditioning controller 164 for feeding helium gas having high purity into the third and fourth air-conditioned rooms 156, 158 to perform air-conditioning. Therefore, in the air-conditioning controller 162, 164, their gas flow-rates and their contamination can be so managed independently of each other, by using their respectively required air-conditioning gases to respond to their performances, so as to make possible independently of each other their respective ideal controls.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-189268  
(P2001-189268A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト (参考)

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/22

H 5 F 0 4 6

G 0 3 F 7/22

H 0 1 L 21/30

5 1 6 F

5 1 4 E

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2000-317550(P2000-317550)

(22) 出願日 平成12年10月18日 (2000.10.18)

(31) 優先権主張番号 特願平11-294864

(32) 優先日 平成11年10月18日 (1999.10.18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 西 健爾

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74) 代理人 100102901

弁理士 立石 篤司

Fターム(参考) 5F046 AA17 AA22 BA05 CA03 DA04

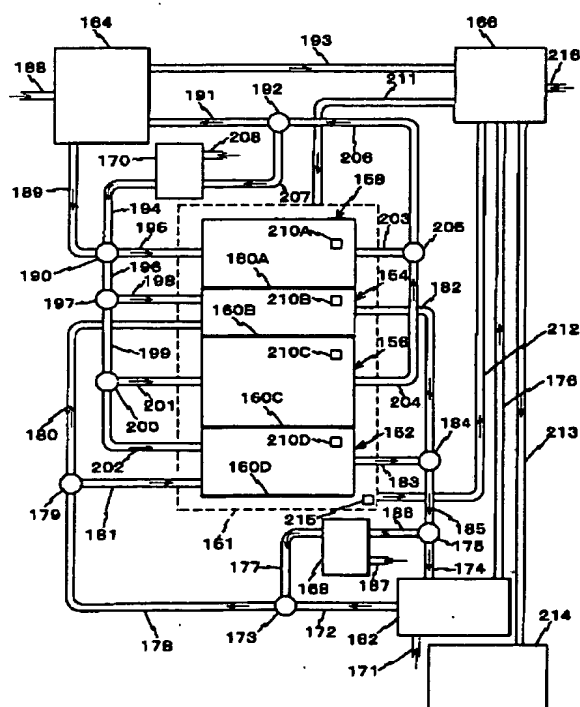
DA27 DB10

(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 波長200nm以下の露光用照明光を用いる場合に、ケミカルクリーン及び照明光の透過率の面で、高い性能を発揮する。

【解決手段】 投影光学系の像面側の端面、基板ステージ及びその駆動装置を含む第1空調室152と、投影光学系の物体面側の端面、マスクステージ及びその駆動装置を含む第2空調室154と、前記投影光学系を含む第3空調室156と、照明光学系を含む第4空調室158と、第1及び第2空調室内に中純度のヘリウムガスを供給して空調を行う空調制御装置162と、第3及び第4空調室内に高純度のヘリウムガスを供給して空調を行う空調制御装置164とを備える。従って、空調制御装置162と空調制御装置164とで、それぞれに要求される性能に応じた空調用の気体を用いて、流量や汚染を独立して管理でき、各々理想的な制御を独立して行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの照明光により基板を露光する露光装置であって、前記光源から前記基板に至る前記照明光の光路上に配置され、前記照明光が通過する距離が短く、かつ所定レベルのケミカルクリーン度が要求される少なくとも1つの第1のタイプの空調室と；前記光路上に配置され、前記照明光が通過する距離が前記第1のタイプの空調室より長く、前記第1のタイプの空調室に比べて高いケミカルクリーン度が要求される少なくとも1つの第2のタイプの空調室と；前記第1のタイプの空調室内に空調用の第1の気体を供給して空調を行う第1の空調制御装置と；前記第2のタイプの空調室内に空調用の第2の気体を供給して空調を行う第2の空調制御装置と；を備える露光装置。

【請求項2】 前記第2の気体は純度の高い不活性ガスであり、前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 前記第1のタイプの空調室と前記第2のタイプの空調室とを収容する第3のタイプの空調室と；前記第3のタイプの空調室内に空調用の第3の気体を供給して空調を行う第3の空調制御装置と；を更に備えることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項4】 前記第2のタイプの空調室の空調に用いられる前記第2の気体は純度の高い不活性ガスであり、前記第1のタイプの空調室の空調に用いられる前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであり、前記第3の気体は、前記第1の気体より更に純度の低い前記不活性ガスを含む気体であることを特徴とする請求項3に記載の露光装置。

【請求項5】 マスクを前記照明光により照明する照明光学系と、前記マスクを保持するマスクステージと、前記マスクから出射される前記照明光を前記基板に投射する投影光学系と、前記基板を保持する基板ステージとを含んで構成される露光装置本体を備え、前記第1のタイプの空調室として、前記投影光学系の像面側の端面、前記基板ステージ及びその駆動装置を含む第1空調室と、前記投影光学系の物体面側の端面、前記マスクステージ及びその駆動装置を含む第2空調室との少なくとも一方を有し、前記第2のタイプの空調室として、前記投影光学系を含む第3空調室と、前記照明光学系を含む第4空調室との少なくとも一方を有することを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項6】 前記第1の空調制御装置により、前記第1のタイプの空調室内に空調用の第1の気体が供給され、その内部のガス置換が行われる際に、前記第1のタイプの空調室内に収容された前記基板ステージ及び前記マスクステージの少なくとも一方の特定ステージを駆動

するステージ制御装置を更に備えることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項7】 前記第2の空調制御装置は、予備電源により動作可能であり、装置の電源がオフされたとき、前記予備電源による動作を開始して前記第2のタイプの空調室内からの内部ガスの排出を停止するとともに、前記空調用の第2の気体を僅かに供給することを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項8】 前記第1のタイプの空調室は、露光時に、前記第1の気体を用いた全体空調と並行して前記第2の気体を用いた部分的な空調が行われることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項9】 前記第1のタイプの空調室は、前記第2の気体をその内部の特定箇所に導く通路を有することを特徴とする請求項8に記載の露光装置。

【請求項10】 前記第1のタイプの空調室として、前記第1空調室と前記第2空調室とを有し、前記第2のタイプの空調室として、前記第3空調室と前記第4空調室とを有することを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項11】 前記第1の空調室と前記第3の空調室、前記第3の空調室と前記第2の空調室、及び前記第2の空調室と第4の空調室とは、シート部材にてそれぞれ区画されていることを特徴とする請求項10に記載の露光装置。

【請求項12】 前記シート部材は、少なくともその表面にケミカル処理が施された耐圧シートであることを特徴とする請求項11に記載の露光装置。

【請求項13】 前記シート部材は、金属箔を備えていることを特徴とする請求項11に記載の露光装置。

【請求項14】 前記露光装置本体は、前記基板ステージを移動可能に支持するとともに前記投影光学系を支持し、防振機構により支持された第1ユニットと、前記第1ユニットとは振動に関して独立し、前記基板ステージの駆動装置を支持する第2ユニットとを備え、前記シート部材は前記第1、第2ユニット間に生じる相対的な位置変化に応じて変形することを特徴とする請求項11に記載の露光装置。

【請求項15】 前記第1ユニットは、前記マスクステージをも移動可能に支持し、前記第2ユニットは前記マスクステージの駆動装置をも支持することを特徴とする請求項14に記載の露光装置。

【請求項16】 前記シート部材は、所定の表面あらかし以下に抑えられた2つの部材の間に前記シート部材を挟み込んだ状態で締結するとともにその締結を解除可能な締結機構によって前記各ユニットに締結されていることを特徴とする請求項14又は15に記載の露光装置。

【請求項17】 前記第3空調室と前記第4空調室との空調に用いられる前記第2の気体は純度の高い不活性ガ

スであり、前記第1空調室と前記第2空調室との空調に用いられる前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであることを特徴とする請求項10に記載の露光装置。

【請求項18】 前記不活性ガスがヘリウムガスであることを特徴とする請求項4又は17に記載の露光装置。

【請求項19】 前記第1～第4空調室を含む第5空調室と；前記第5空調室内の空調を行う第3の空調制御装置と；を更に備えることを特徴とする請求項17に記載の露光装置

【請求項20】 前記第1～第4空調室内の空調にそれぞれ用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を個別に検出する第1の濃度センサと；前記第1の濃度センサの出力に基づいて前記第1～第4空調室内の空調にそれぞれ用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を監視する第1の監視装置とを更に備え、前記第1の監視装置により、前記第1及び第2空調室の少なくとも一方である第1の特定空調室で、当該第1の特定空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度が所定濃度以下であることが検出されたとき、前記第1の空調制御装置が、前記第1の特定空調室内に新しい第1の気体を供給するとともに、前記第1の特定空調室内の空調に用いられた気体を前記第5空調室の空調用の気体として前記第3の空調制御装置に対して排出し、前記第1の監視装置により、前記第3及び第4空調室の少なくとも一方である第2の特定空調室で、当該第2の特定空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度が所定濃度以下であることが検出されたとき、前記第2の空調制御装置が、前記第2の特定空調室内に新しい第2の気体を供給するとともに、前記第2の特定空調室内の空調に用いられた気体を前記第5空調室の空調用の気体として前記第3の空調制御装置に対して排出することを特徴とする請求項19に記載の露光装置。

【請求項21】 前記第1の濃度センサは、不純物濃度センサ及びオゾンセンサの少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項20に記載の露光装置。

【請求項22】 前記空調用の気体をリサイクル用に貯蓄する貯蓄機構と；前記第5空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を検出するための第2の濃度センサと；前記第2の濃度センサの出力に基づいて前記第5空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を監視する第2の監視装置とを更に備え、

前記第2の監視装置により前記気体中の前記不活性ガスの濃度が所定濃度以下であることが検出されたとき、前記第3の空調制御装置は、前記第5空調室の空調に用いられた気体を前記貯蓄機構に排出することを特徴とする請求項20に記載の露光装置。

【請求項23】 前記第2の濃度センサは、不純物濃度

センサ及びオゾンセンサの少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項22に記載の露光装置。

【請求項24】 光源からの照明光により基板を露光する露光方法であって、前記光源から前記基板に至る前記照明光の光路のうち、前記照明光が通過する距離が短く、かつ所定レベルのケミカルクリーン度が要求される第1の空間に、第1の気体を供給する工程と；前記光路のうち、前記照明光が通過する距離が前記第1の空間より長い第2の空間に、第2の気体を供給する工程と；前記第1の空間が前記第1の気体で満たされ、かつ前記第2の空間が前記第2の気体で満たされた後に、前記光源からの照明光により前記基板を露光する工程と；を含む露光方法。

【請求項25】 前記第2の気体は、純度の高い不活性ガスであり、前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであることを特徴とする請求項24に記載の露光方法。

【請求項26】 前記第1の空間と前記第2の空間とを収容する第3の空間を有し、前記第3の空間に第3の気体を供給することを特徴とする請求項25に記載の露光方法。

【請求項27】 前記第3の気体は、前記第1の気体より純度の低い不活性ガスであること特徴とする請求項26に記載の露光方法。

【請求項28】 前記第1の空間には、前記基板を保持するステージが収容され、前記第2の空間に、前記照明光により前記基板を露光するための光学系を収容することを特徴とする請求項27に記載の露光方法。

【請求項29】 リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程で、請求項1～23のいずれか一項に記載の露光装置を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項30】 リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程で、請求項24～28のいずれか一項に記載の露光方法を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、例えば半導体素子、撮像素子（CCD等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程中で、マスクパターンを基板上に転写するために使用される露光装置及び露光方法、並びにこれらを用いたデバイス製造方法に関する。本発明は、特にF<sub>2</sub>レーザ光のような真空紫外光を露光用の照明光として用いる露光装置に適用して卓効あるものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば半導体素子を製造する際に、マスクとしてのレチクルのパターンをフォトリソが塗布されたウエハの各ショット領域に転写するための露光装置として、従来はステップ・アンド・リピート方式（静止露光方式）の縮小投影型露光装置（ステッパ）が多用されていた。これに対して最近、投影光学系に対する負担をあまり大きくすることなく、転写対象パターンを大面積化するという要請に応えるために、レチクル上のパターンの一部を投影光学系を介してウエハ上に縮小投影した状態で、レチクルとウエハとを投影光学系に対して同期走査することにより、レチクル上のパターンの縮小像を逐次ウエハ上の各ショット領域に転写するステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、すなわちいわゆるスキャニング・ステッパが注目されている。このスキャニング・ステッパは、1回の走査露光でレチクルの全面のパターンを等倍でウエハの全面に転写するアライナーの転写方式（スリットスキャン方式）の長所と、ステッパの転写方式の長所とを組み合わせることで発展させたものである。

【0003】また、一般に投影露光装置では、より解像度を高めることが求められているが、解像度を高めるための1つの方法が、露光用の照明光としてより短波長の光束を使用することである。従来は、この露光用の照明光として超高圧水銀ランプからの紫外域の輝線（g線、i線等）が用いられていたが、近年ではKrFエキシマレーザ光（波長248nm）若しくはArFエキシマレーザ光（波長193nm）等の遠紫外域若しくは真空紫外域の光が使用されるに至った。また、金属蒸気レーザ光やYAGレーザ光の高調波等の使用も検討されている。

【0004】ところで、エキシマレーザ光のような紫外光を露光用の照明光として使用する場合、紫外光はオゾンにより吸収されると共に、フォトリソの特性をも考慮して、投影露光装置の内部に窒素（N<sub>2</sub>）ガス、又はオゾンを除去した気体（空気等）を循環させる必要性が指摘されていた。しかしながら、例えば単に投影露光装置が設置されているチャンバの内部の気体の全部を窒素ガス等に置き換えるのでは、メンテナンス時等に作業者が不注意によりチャンバの扉を開放した場合に、高濃度の窒素ガスが漏出する恐れがある。

【0005】かかる不都合を改善するものとして、特開平9-246140号公報に、「露光光源として紫外域以下の波長で発振するレーザ光源を使用し、その照明光学系、投影光学系、レチクルステージ、及び基板ステージを複数の独立のケーシング内に収納し、これら複数のケーシングの内の少なくとも1つのケーシング内に複数種類の気体を切り換えて供給する気体供給手段を設けた投影露光装置」が開示されている。この投影露光装置では、選択されたケーシング内に通常の露光時には露

光用の照明光に対する吸収率の低い気体が供給され、メンテナンス時に試験的に露光を行うようなときには、作業員にとって安全な空気等の気体が供給されるので、上記の高濃度の窒素ガスの漏出をほぼ確実に防止することができ、メンテナンスが実施し易いというメリットがあった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】半導体素子の高集積化の要請は年々厳しくなり、これに伴って露光装置には、より一層の解像度（解像力）の向上が要請されるようになってきた。このため、露光用照明光としても、KrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光ではもはや不十分であり、より短波長のF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）あるいはそれより短波長の真空紫外光を露光用照明光として用いることが真剣に検討されるに至っており、次世代の露光装置としては、F<sub>2</sub>レーザ露光装置が有力な選択肢の1つであることは間違いない。

【0007】しかるに、上記公報に記載の投影露光装置では、KrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光を露光用照明光として用いることを前提としているため、窒素、オゾンを除去した空気、空気の3種類の内の任意の2種類の気体を切り換えて使用することとしていた。

【0008】また、上記公報に記載の投影露光装置では、循環する窒素のうちで、純度の低い部分を外部の大気に放出していた。

【0009】一方、F<sub>2</sub>レーザ光あるいはそれより短波長の真空紫外光を露光用照明光として用いる場合、真空紫外光は光路上の酸素、水蒸気、及び炭化水素ガス等の気体により吸収されてしまい、レーザ光束の十分な透過率を確保することが困難である。そのため、レーザ光束の光路から上記気体を排除するために、ヘリウムを用いて、その光路上の気体を置換する可能性がある。

【0010】ヘリウムは窒素などに比べて高価であることから、上記公報に記載の投影露光装置において、単に窒素に代えてヘリウムを用いるのみでは、コストの上昇を招くことになる。また、ArFエキシマレーザ光を用いる場合に比べて、F<sub>2</sub>レーザ光等を用いる場合には、光路中を一層ケミカルクリーンな状態に保つ必要もあるため、かかる点においても、上記公報に記載の発明をそのまま用いたのでは不十分である。

【0011】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、ケミカルクリーン及び露光用照明光の透過率の面で、高い性能を発揮することができる新たな露光装置及び露光方法を提供することにある。

【0012】また、本発明の第2の目的は、高集積度のマイクロデバイスの生産性を向上させることができるデバイス製造方法を提供することにある。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、光源からの照明光により基板(W)を露光する露光装置であって、前記光源から前記基板に至る前記照明光の光路上に配置され、前記照明光が通過する距離が短く、かつ所定レベルのケミカルクリーン度が要求される少なくとも1つの第1のタイプの空調室(152、154)と；前記光路上に配置され、前記照明光が通過する距離が前記第1のタイプの空調室より長く、前記第1のタイプの空調室に比べて高いケミカルクリーン度が要求される少なくとも1つの第2のタイプの空調室(156、158)と；前記第1のタイプの空調室内に空調用の第1の気体を供給して空調を行う第1の空調制御装置(162)と；前記第2のタイプの空調室内に空調用の第2の気体を供給して空調を行う第2の空調制御装置(164)とを備える露光装置である。

【0014】ここで、空調とは、一般的には、空気調節、すなわち室内の空気の温度や湿度を、一番いい状態に保つように自動的に調節すること(エアコンディショニング)を意味するが、本明細書において、「空調」とは空気に限らず、気体を室内に送り込んで、上記空気調節と同様に室内環境を所望の状態に保つように調節することを意味する。

【0015】これによれば、第2のタイプの空調室では、照明光(照明光束)が通過する気体部分が多く、高いケミカルクリーン度が要求されるので、照明光の吸収を極力抑制してかつケミカルクリーンな空調を行う必要がある一方、第1のタイプの空調室では、照明光が通過する距離が短く、かつ要求されるケミカルクリーン度が第2のタイプの空調室ほど高くないので、照明光が通過する部分の気体による照明光吸収は小さく、ある程度のケミカルクリーンな空調を行うだけで足りる。このように第1のタイプの空調室と第2のタイプの空調室とで空調に要求される性能が異なっている。

【0016】しかるに、請求項1に記載の露光装置では、第1の空調制御装置により、第1のタイプの空調室内に空調用の第1の気体を供給して空調が行われ、第2の空調制御装置により、第2のタイプの空調室内に空調用の第2の気体を供給して空調が行われるようになっている。このため、第1の空調制御装置と第2の空調制御装置とで、それぞれに要求される性能に応じた空調用の気体を用いて、流量や汚染を独立して管理することが可能になり、各々理想的な制御を独立して行うことが可能になる。従って、例えば第1のタイプの空調室内に光学系を配置し、第2のタイプの空調室内に塵等を嫌うマスクあるいは基板等を配置することにより、光学系の透過率劣化や塵付着を防止することが可能となる。また、それぞれに要求されるケミカルクリーン度も容易に達成することができる。

【0017】この場合において、請求項2に記載の発明の如く、前記第2の気体は純度の高い不活性ガスであ

り、前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであることとすることができる。

【0018】請求項1に記載の露光装置において、請求項3に記載の発明の如く、前記第1のタイプの空調室と前記第2のタイプの空調室とを収容する第3のタイプの空調室(151)と；前記第3のタイプの空調室内に空調用の第3の気体を供給して空調を行う第3の空調制御装置(166)とを更に備えることとすることができる。すなわち、第1のタイプの空調室と前記第2のタイプの空調室との外側に、これらを収容し、第3の空調制御装置により第3の気体を用いて空調される第3のタイプの空調室を設け、二重構造の空調室を構成することができる。

【0019】この場合において、請求項4に記載の発明の如く、前記第2のタイプの空調室の空調に用いられる前記第2の気体は純度の高い不活性ガスであり、前記第1のタイプの空調室の空調に用いられる前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであり、前記第3の気体は、前記第1の気体より更に純度の低い前記不活性ガスを含む気体であることとすることができる。

【0020】請求項1に記載の露光装置において、請求項5に記載の発明の如く、マスク(R)を前記照明光により照明する照明光学系(IOP)と、前記マスクを保持するマスクステージ(RST)と、前記マスクから射出される前記照明光を前記基板に投射する投影光学系(PL)と、前記基板を保持する基板ステージ(WST)とを含んで構成される露光装置本体を備え、前記第1のタイプの空調室として、前記投影光学系の像面側の端面、前記基板ステージ及びその駆動装置を含む第1空調室(152)と、前記投影光学系の物体面側の端面、前記マスクステージ及びその駆動装置を含む第2空調室(154)との少なくとも一方を有し、前記第2のタイプの空調室として、前記投影光学系を含む第3空調室(156)と、前記照明光学系を含む第4空調室(158)との少なくとも一方を有することとすることができる。

【0021】一般に、光学系が含まれる第3空調室及び第4空調室内では、照明光束が通過する気体部分が多く、照明光の吸収を極力抑制してかつケミカルクリーンな空調を行う必要がある一方、ステージ系が含まれる第1空調室及び第2空調室内では、照明光が通過する距離が短くその部分の気体による照明光吸収は小さいので、例えばステージの位置を干涉計を用いて計測する場合にその計測精度を悪化させない程度のケミカルクリーン度があれば足りる。但し、第1空調室、第2空調室内では基板、マスクに塵が付着するのを防止するため、ある程度の流量の気体を流す必要がある。このように第1、第2空調室と第3、第4空調室とで空調に要求される性能が異なる。

【0022】本発明によれば、第1の空調制御装置により、第1、第2の空調室の少なくとも一方の内部に空調用の第1の気体を供給して空調が行われ、第2の空調制御装置により、第3及び第4空調室の少なくとも一方の内部に空調用の第2の気体を供給して空調が行われるので、第1の空調制御装置と第2の空調制御装置とで、それぞれに要求される性能に応じた空調用の気体を用いて、流量や汚染を独立して管理することが可能になり、各々理想的な制御を独立して行うことが可能になり、光学系の透過率劣化や塵付着を防止することが可能となる。

【0023】この場合において、前記第2の気体は純度の高い不活性ガスであり、前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであっても良い。第2の気体は、照明光学系及び投影光学系等の光学系内空間に供給されるものであるから、空調により汚染度が悪化するのを防止するために純度の高い不活性ガスを用いる必要がある。一方、メンテナンス頻度や、基板、マスクの交換頻度が高いステージ部ではケミカルフィルタを用いて汚染を無くす必要はあるが、そこに供給される第1の気体は、上記の干渉計測精度を悪化させないレベルの純度があれば、それ以上高純度である必要は少ない。

【0024】請求項5に記載の露光装置において、請求項6に記載の発明の如く、前記第1の空調制御装置により、前記第1のタイプの空調室内に空調用の第1の気体が供給され、その内部のガス置換が行われる際に、前記第1のタイプの空調室内に収容された前記基板ステージ及び前記マスクステージの少なくとも一方の特定ステージを駆動するステージ制御装置(81)と更に備えることができる。かかる場合には、メンテナンス頻度の高い第1のタイプの空調室(第1、2の空調室の少なくとも一方)内のみガス置換する際には、ステージ制御装置により、前記基板ステージ及び前記マスクステージの少なくとも一方の特定ステージを駆動しつつガス置換が行われるので、そのステージの駆動により積極的にガスが拡散され、より高速なガス置換が可能となる。

【0025】請求項5に記載の露光装置において、請求項7に記載の発明の如く、前記第2の空調制御装置は、予備電源により動作可能であり、装置の電源がオフされたとき、前記予備電源による動作を開始して前記第2のタイプの空調室内からの内部ガスの排出を停止するとともに、前記空調用の第2の気体を僅かに供給することとすることができる。かかる場合には、元々メンテナンス頻度が低く、前述の様な駆動部分が少ない投影光学系や照明光学系については常に空調用の第2の気体をバージした状態を維持できるため、運転の再開に際し装置を立上げる際に真空状態にする頻度が極めて少なくなり、不要に装置へのストレスを与える必要がなくなり、立ち上げ時間も短縮することができる。

【0026】請求項5に記載の露光装置において、請求

項8に記載の発明の如く、前記第1のタイプの空調室は、露光時に、前記第1の気体を用いた全体空調と並行して前記第2の気体を用いた部分的な空調が行われることとすることができる。

【0027】この場合において、請求項9に記載の発明の如く、前記第1のタイプの空調室は、前記第2の気体をその内部の特定箇所に導く通路を有することとすることができる。

【0028】請求項5に記載の露光装置では、請求項10に記載の発明の如く、前記第1のタイプの空調室として、前記第1空調室と前記第2空調室とを有し、前記第2のタイプの空調室として、前記第3空調室と前記第4空調室とを有することとすることができる。かかる場合には、照明光学系から基板に至る照明光の光路の全てが第1の気体又は第2の気体を用いて空調が行われることになる。これにより、光学系の透過率劣化やマスク及び基板に対する塵付着をより確実に防止することが可能となる。

【0029】この場合において、請求項11に記載の発明の如く、前記第1の空調室と前記第3の空調室、前記第3の空調室と前記第2の空調室、及び前記第2の空調室と第4の空調室とは、シート部材(160C、160B、160A)にてそれぞれ区画されていることとすることができる。かかる場合には、隣接する空調室間がシート部材にてそれぞれ区画されているので、各空調室内の気体を各々独立して大気と置換することができ、メンテナンス時の作業性が極めて良くなる。この場合、シート部材は、各空調室内のケミカルクリーン度の低下を抑制する観点からは、ケミカルクリーン処理が施されていることが望ましい。

【0030】この場合において、請求項12に記載の発明の如く、前記シート部材は、少なくともその表面にケミカル処理が施された耐圧シートであることとすることができる。かかる場合には、隣接する空調室間が少なくともその表面にケミカル処理が施された耐圧シートにてそれぞれ区画されているので、各空調室内のケミカルクリーン度の低下を抑制することができるとともに、各空調室内のガス置換に際し、各空調室内を一旦真空状態にして内部ガスを急速に排気した後に、前述した不活性ガスを供給することにより、効率良くガス置換を行うことが可能となる。

【0031】あるいは、請求項13に記載の発明の如く、前記シート部材は、金属箔を備えていることとしても良い。かかる場合には、金属箔を備えたシート部材により振動伝達抑制効果の向上が期待できる。シート部材は軟性プラスチックに金属を蒸着したシート部材であっても良い。

【0032】上記請求項11に記載の露光装置では、請求項14に記載の発明の如く、前記露光装置本体は、前記基板ステージを移動可能に支持するとともに前記投影



光学系を支持し、防振機構（18A～18C）により支持された第1ユニット（12）と、前記第1ユニットとは振動に関して独立し、前記基板ステージの駆動装置（84）を支持する第2ユニット（14）とを備え、前記シート部材は前記第1、第2ユニット間に生じる相対的な位置変化に応じて変形することとすることができる。かかる場合には、隣接する空調室間を区画するシート部材が、第1、第2ユニット間に生じる相対的な位置変化に応じて変形するので、そのシート部材は第1、第2ユニット間に生じる相対的な位置変化を妨げず、第1、第2ユニット間で振動を伝えることがない。従って、基板ステージの駆動装置を支持する第2ユニット側の振動が投影光学系等を支持する第1ユニット側の振動要因となるのを防止できるとともに、シート部材により上記各空調室間を区画することができる。

【0033】この場合において、請求項15に記載の発明の如く、前記第1ユニットは、前記マスクステージをも移動可能に支持し、前記第2ユニットは前記マスクステージの駆動装置（82）をも支持することとしても良い。

【0034】上記請求項14又は15に記載の露光装置において、請求項16に記載の発明の如く、前記シート部材は、所定の表面あらし以下に抑えられた2つの部材の間に前記シート部材を挟み込んだ状態で締結するとともにその締結を解除可能な締結機構（222、226）によって前記各ユニットに締結されていることとすることができる。かかる場合には、シート部材が、締結機構により、その内面側と外面側に配置された所定の表面あらし以下に抑えられた2つの部材（例えばスぺーサ）を介して第1、第2ユニットに締結されるので、シート部材と各ユニットを密着することで、発生するガス汚染を防止できるとともに、空調室間の仕切り部材を剛体により形成した場合に比べて軽量化が可能である。また、締結機構は、締結を容易に解除できるので、仕切り部材が固定される場合に比べてメンテナンス時の作業性を向上させることができる。

【0035】上記請求項10に記載の露光装置において、請求項17に記載の発明の如く、前記第3空調室と前記第4空調室との空調に用いられる前記第2の気体は純度の高い不活性ガスであり、前記第1空調室と前記第2空調室との空調に用いられる前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであることとすることができる。

【0036】上記請求項4及び17に記載の各露光装置において、不活性ガスは、窒素、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン等であっても良いが、請求項18に記載の発明の如く、前記不活性ガスがヘリウムガスであっても良い。

【0037】上記請求項17に記載の露光装置において、請求項19に記載の発明の如く、前記第1～第4空

調室を含む第5空調室と；前記第5空調室内の空調を行う第3の空調制御装置とを備えることとすることができる。

【0038】この場合において、請求項20に記載の発明の如く、前記第1～第4空調室内の空調にそれぞれ用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を個別に検出する第1の濃度センサ（210A～210D）と；前記第1の濃度センサの出力に基づいて前記第1～第4空調室内の空調にそれぞれ用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を監視する第1の監視装置（80）とを更に備え、前記第1の監視装置により、前記第1及び第2空調室の少なくとも一方である第1の特定空調室で、当該第1の特定空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度が所定濃度以下であることが検出されたとき、前記第1の空調制御装置が、前記第1の特定空調室内に新しい第1の気体を供給するとともに、前記第1の特定空調室内の空調に用いられた気体を前記第5空調室の空調用の気体として前記第3の空調制御装置に対して排出し、前記第1の監視装置により、前記第3及び第4空調室の少なくとも一方である第2の特定空調室で、当該第2の特定空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度が所定濃度以下であることが検出されたとき、前記第2の空調制御装置が、前記第2の特定空調室内に新しい第2の気体を供給するとともに、前記第2の特定空調室内の空調に用いられた気体を前記第5空調室の空調用の気体として前記第3の空調制御装置に対して排出することとすることができる。

【0039】かかる場合には、第1及び第2空調室の少なくとも一方である第1の特定空調室内の空調に用いられた気体中の不活性ガスの濃度がしきい値以下に低下すると、その濃度の低下が、第1の監視装置により第1の濃度センサの出力に基づいて検出される。これにより、第1の空調制御装置により、第1の特定空調室内に新しい第1の気体が供給されるとともに、第1の特定空調室内の空調に用いられた気体が第5空調室用の空調用の気体として第3の空調制御装置に対して排出される。一方、第3及び第4空調室の少なくとも一方である第2の特定空調室内の空調に用いられた気体中の不活性ガスの濃度がしきい値以下に低下すると、その濃度の低下が、第1の監視装置により第1の濃度センサの出力に基づいて検出される。これにより、第2の空調制御装置により、第2の特定空調室内に新しい第2の気体が供給されるとともに、第2の特定空調室内の空調に用いられた気体が第5空調室用の空調用の気体として第3の空調制御装置に対して排出される。そして、第3の空調制御装置によって、その排出された気体を用いて第5空調室内の空調が行われる。

【0040】本来、第1～第4空調室内の気体は、高純度の不活性ガス（第1及び第2空調室内に供給される第1の気体は、第3及び第4空調室内に供給される第2の

気体に比べて不活性ガスの純度は低くても足りるが、ある程度の高純度である必要はある）で置換する必要がある、純度が下がるとそれをそのまま使用することはできなくなる。しかし、本発明の如く、第1～第4空調室を含む第5空調室（全体空調室）の内部にその純度が低下した不活性ガスを供給すれば、第1～第4空調室内を陽圧にしなくても、僅かに入り込むガスも不活性ガスであることから、その全体空調を $N_2$ やドライエア（乾燥空気）で行う場合と比較すると、第1～第4空調室内の不活性ガスの純度が劣化する速度を極めて遅くすることができる。すなわち、不活性ガスが充填された空間を2重構造にて構成することができ、これにより不活性ガスの供給量も少なく抑えることが可能となる。

【0041】この場合において、請求項21に記載の発明の如く、前記第1の濃度センサは、不純物濃度センサ及びオゾンセンサの少なくとも一方を含むこととすることができる。かかる場合には、第1の濃度センサの計測値が、所定の許容量を超えたことにより、第1～第4空調室内気体中の不活性ガスの濃度が所定濃度値以下に低下したことを検出できる。

【0042】上記請求項20に記載の露光装置において、請求項22に記載の発明の如く、前記空調用の気体をリサイクル用に貯蓄する貯蓄機構（214）と；前記第5空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を検出するための第2の濃度センサ（215）と；前記第2の濃度センサの出力に基づいて前記第5空調室内の空調に用いられた気体中の前記不活性ガスの濃度を監視する第2の監視装置（80）とを更に備え、前記第2の監視装置により前記気体中の前記不活性ガスの濃度が所定濃度以下であることが検出されたとき、前記第3の空調制御装置は、前記第5空調室の空調に用いられた気体を前記貯蓄機構に排出することとすることができる。かかる場合には、第1～第4空調室内での使用により不活性ガスの純度が低下した気体が第5空調室内に送り込まれ、その第5空調室内の空調を行うことによりその気体の純度が所定濃度以下まで低下すると、その純度の低下が第2の監視装置により第2の濃度センサの出力に基づいて検出される。これにより、第3の空調制御装置により、第5空調室の空調に用いられた気体が貯蓄機構に排出される。このように、純度が低下した使用済みの空調用の気体が外部に排出されることなく、貯蓄機構に貯蓄されるので、環境の汚染を防止できるとともに作業者がそれを吸引したりすることを防止することができる。また、貯蓄機構に貯蓄された気体はリサイクルされるのでコストダウンにもつながる。

【0043】この場合において、請求項23に記載の発明の如く、前記第2の濃度センサは、不純物濃度センサ及びオゾンセンサの少なくとも一方を含むこととすることができる。かかる場合には、第2の濃度センサの計測値が、所定の許容量を超えたことにより、第5空調室内

気体中の不活性ガスの濃度が所定濃度値以下に低下したことを検出できる。

【0044】請求項24に記載の発明は、光源からの照明光により基板（W）を露光する露光方法であって、前記光源から前記基板に至る前記照明光の光路のうち、前記照明光が通過する距離が短く、かつ所定レベルのケミカルクリーン度が要求される第1の空間に、第1の気体を供給し、前記光路のうち、前記照明光が通過する距離が前記第1の空間より長い第2の空間に、第2の気体を供給し、前記第1の空間が前記第1の気体で満たされ、かつ前記第2の空間が前記第2の気体で満たされた後に、前記光源からの照明光により前記基板を露光する露光方法である。

【0045】この場合において、請求項25に記載の発明の如く、前記第2の気体は、純度の高い不活性ガスであり、前記第1の気体は、前記第2の気体より純度の低い不活性ガスであることとすることができる。

【0046】この場合において、請求項26に記載の発明の如く、前記第1の空間と前記第2の空間とを収容する第3の空間を有する場合には、前記第3の空間に第3の気体を供給することとしても良い。

【0047】この場合において、請求項27に記載の発明の如く、前記第3の気体は、前記第1の気体より純度の低い不活性ガスであることとすることができる。

【0048】この場合において、請求項28に記載の発明の如く、前記第1の空間には、前記基板を保持するステージが収容され、前記第2の空間には、前記照明光により前記基板を露光するための光学系を収容することとすることができる。

【0049】リソグラフィ工程において、請求項29に記載の発明の如く、請求項1～23に記載の各露光装置を用いて露光を行うことにより、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができる。

【0050】リソグラフィ工程において、請求項30に記載の発明の如く、請求項24～28に記載の各露光方法を用いることにより、基板上にパターンを精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができる。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1～図12に基づいて説明する。図1には、一実施形態の露光装置10の全体構成が概略的に示されている。この露光装置10は、マスクとしてのレチクルRと基板としてのウエハWとを一次元方向（ここでは、図1における紙面直交方向であるY軸方向とする）に同期移動しつつ、レチクルRに形成された回路パターンを投影光学系PLを介してウエハW上の各ショット領域に転写する、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置、す

なわちいわゆるスキヤニング・ステップである。

【0052】露光装置10は、不図示の光源からの照明光によりレチクルRを照明する照明光学系IOP、レチクルRを保持するマスクステージとしてのレチクルステージRST、レチクルRから出射される照明光をウエハW上に投射する投影光学系PL、ウエハWを保持する基板ステージとしてのウエハステージWST、及びレチクルステージRST、ウエハステージWSTをそれぞれ移動可能に支持するとともに投影光学系PLを保持する第1ユニットとしての本体コラム12、及びレチクルステージRSTやウエハステージWSTの駆動装置を支持する第2ユニット14等を備えている。なお、この図1においては、レチクルステージRSTの駆動装置等は図示が省略されている。

【0053】前記本体コラム12は、クリーンルームの床面FD上に水平に載置された装置の基準となるフレームキャストと呼ばれるベースプレートBP上に立設された複数（ここでは3つ）のボディ支持部材16A、16B、16C（但し、紙面奥側のボディ支持部材16Cは図示省略）のそれぞれの上面に配置された防振機構としての防振ユニット18A、18B、18C（但し、図1においては、紙面奥側の防振ユニット18Cは図示省略、図4参照）によってほぼ水平に支持された平面視三角形の鏡筒定盤20と、この鏡筒定盤20の下面に垂下された吊り下げコラム22と、鏡筒定盤20の上面に立設された支持コラム24とを備えている。

【0054】前記防振ユニット18A、18B、18Cのそれぞれは、ボディ支持部材16A、16B、16Cの上部に直列（又は並列）に配置された内圧が調整可能なエアマウントとボイスコイルモータとを含んで構成されている。これらの防振ユニット18A～18Cによって、ベースプレートBP及びボディ支持部材16A～16Cを介して鏡筒定盤20に伝わる床面FDからの微振動がマイクロGレベルで絶縁されるようになっている。

【0055】前記吊り下げコラム22は、鏡筒定盤20の下面の三角形の各頂点の近傍で防振ユニット18A、18B、18Cの位置より内側の位置から垂下された各2本合計6本の定盤吊り下げ部材26と、これら6本の定盤吊り下げ部材26によって各頂点近傍の位置が吊り下げ支持された平面視三角形（鏡筒定盤20より一回り小さな三角形）のベース部材としてのウエハベース定盤28（図4参照）とから構成されている。

【0056】支持コラム24は、鏡筒定盤20上面の3箇所、具体的にはウエハベース定盤28より一回り小さな三角形の各頂点の近傍位置に植設された3本の脚30A、30B、30C（但し、図1においては、紙面奥側の脚30Cは図示せず、図2参照）と、これらの脚30A～30Cによってほぼ水平に支持された平面視三角形（ウエハベース定盤28より一回り小さな三角形）のレチクルベース定盤32とを有している。

【0057】前記第2ユニット14は、ベースプレートBPの上面に植設された4本の支柱34A、34B、34C、34D（但し、図1においては、紙面奥側の支柱34C、34Dは図示せず、図2参照）と、これらの支柱34A～34Dによって、前記レチクルベース定盤32の上方で支持された平面視矩形のレチクル駆動装置支持定盤36とを有している。本実施形態では、支柱34A、34Bは、鏡筒定盤20の-Y側の辺（底辺）の-Y側にX軸方向に所定間隔を隔てて配置され、また、支柱34C、34Dは鏡筒定盤20の斜辺の両側に配置され、かつこれらの支柱34A～34Dは、レチクル駆動装置支持定盤36の各頂点近傍に配置されている（図2参照）。

【0058】前記照明光学系IOPは、ベースプレートBP上に設けられた照明系支持部材38によって支持されている。この照明光学系IOPは、内部を外気に対して気密状態にする照明系ハウジングを備え、この照明系ハウジング内には、空気（酸素）の含有濃度を数%以下、望ましくは1%未満にしたクリーンなヘリウムガス（He）が充填されている。

【0059】照明系ハウジング内には、例えば、可変減光器、ビーム整形光学系、オブティカルインテグレートとしてのフライアイレンズ系、振動ミラー、集光レンズ系、照明系開口絞り、リレーレンズ系、レチクルブラインド機構、主コンデンサレンズ系等が所定の位置関係で収納されている。

【0060】照明光学系IOPの図1における紙面奥側には、少なくとも一部にビームマッチングユニットと呼ばれる光軸調整用の光学系を含む引き回し光学系が接続されており、この引き回し光学系を介して床面FD上に設置された不図示の光源が接続されている。この光源としては、例えばF<sub>2</sub>レーザ（発振波長157nm）、Kr<sub>2</sub>レーザ（発振波長146nm）、Ar<sub>2</sub>レーザ（発振波長126nm）等のパルス紫外光を出力するパルスレーザ光源が用いられる。この光源には、不図示の光源制御装置が接続されており、この光源制御装置によって光源から射出されるパルス紫外光の発振中心波長の制御、パルス発振のトリガ制御、レーザチャンバ内のガスの制御等が行われるようになっている。

【0061】照明光学系IOPにより、レチクルブラインド機構を構成する固定レチクルブラインド（固定視野絞り）によって規定されるレチクルR上のスリット状の照明領域が均一な照度で照明される。この場合、スリット状照明領域は、図1中の投影光学系PLの円形投影視野の中央にX軸方向（非走査方向）に細長く延びるように設定され、そのY軸方向（走査方向）の幅はほぼ一定に設定されている。

【0062】なお、光源は、クリーンルームよりクリーン度が低い別の部屋（サービスルーム）あるいはクリーンルームの床下に設けられたユーティリティスペースに

設置しても構わない。

【0063】前記レチクルステージRSTは、レチクルベース定盤32上に浮上支持され、レチクルRをレチクルベース定盤32上でY軸方向に大きなストロークで直線駆動するとともに、X軸、Y軸方向及び $\theta z$ 方向（Z軸回りの回転方向）に微小駆動可能に構成されている。

【0064】これを更に詳述すると、レチクルステージRSTの底面には、図2及びこの図2のA-A線断面図である図3に示されるように、4つの気体静圧軸受け40が設けられており、この4つの気体静圧軸受け40によって、平面視三角形のレチクルベース定盤32の上面にY軸方向に沿って延設された一対のY軸方向ガイド42A、42Bの上方に所定のクリアランス（例えば5～10 $\mu$ m程度のクリアランス）を介して浮上支持されている。気体静圧軸受けとしては、ここでは、ヘリウムガスを噴出するものが用いられている。

【0065】また、このレチクルステージRSTの中央部には、図3に示されるように、その内部底面にパルス紫外光の通路を形成する開口が設けられた凹部44が形成され、この凹部44の内部底面にレチクルRが載置され、不図示の静電チャック又はバキュームチャックによって吸着されている。このように、レチクルRは、実際には、レチクルステージRSTの上面より下方の位置に配置されるが、図1では、作図の便宜上からレチクルステージRSTの上部にレチクルRが搭載された状態が示されている。

【0066】また、レチクルステージRSTは、図2に示されるように、5本の板ばね46によってレチクルステージRSTより一回り大きな矩形棒状部材から成るXY方向微小駆動用レチクルフレーム48に連結されている。これら5本の板ばね46は、XY面内方向、すなわちX軸方向、Y軸方向及びZ軸回りの回転方向である $\theta x$ 、 $\theta y$ 方向に比べて相当大きくなっている。

【0067】これら5本の板ばね46は、レチクルステージRSTの重心を通るY軸に関して線対称となる位置に配置されている。このため、複数の気体静圧軸受け40相互間の浮上力のアンバランス等何らかの要因によりレチクルステージRSTをXY面に対して傾斜させる回転モーメントが作用しても、この回転モーメントがレチクルステージRSTの振動要因となることがないようになっている。前述のように、板ばね46は、Z方向の剛性が大きいので、レチクルステージRSTは、複数の気体静圧軸受け40によりガイド42A、42B上に支持され、精度良く加工されたガイド42A、42B上を移動することができる。

【0068】XY方向微小駆動用レチクルフレーム48には、一対のX方向微小駆動用のボイスコイルモータ50A、50B及びY方向微小駆動用のボイスコイルモータ50Cの可動子52a、52b、52cの一端がそれ

ぞれ接続されている。これらの可動子52a、52b、52cとともにボイスコイルモータ50A、50B、50Cをそれぞれ構成する固定子54a、54b、54cは、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48より更に一回り大きな矩形棒状部材から成るY方向駆動用レチクルフレーム56に固定されている。ボイスコイルモータ50A、50Bは、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48の重心を通るX軸に関して対称な位置に配置され、ボイスコイルモータ50CはXY方向微小駆動用レチクルフレーム48の重心を通るY軸上に配置されている。

【0069】このため、一対のX方向微小駆動用のボイスコイルモータ50A、50Bに同じ大きさの駆動力を発生させることにより、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48を±X方向に微小駆動することができ、また、ボイスコイルモータ50A、50Bに異なる大きさの駆動力（反対方向の駆動力を含む）を発生させることにより、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48を $\theta z$ 方向に駆動することができる。また、ボイスコイルモータ50Cに駆動力を発生させることにより、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48を±Y方向に微小駆動することができる。この場合、5本の板ばね46は、XY面内方向、すなわちX軸方向、Y軸方向及びZ軸回りの回転方向である $\theta z$ 方向の剛性が大きいので、上記のXY方向微小駆動用レチクルフレーム48の駆動の際に、レチクルステージRSTがXY方向微小駆動用レチクルフレーム48と一体的に駆動される。すなわち、本実施形態では、上記3つのボイスコイルモータ50A、50B、50Cが、実質的にレチクルステージRSTをX、Y面内で微小駆動する微小駆動装置を構成している。

【0070】Y方向駆動用レチクルフレーム56のX軸方向一側（-X側）の側面には、支持ユニット58が突設されており、この支持ユニット58の底面に、一対のZ軸方向支持用の気体静圧軸受け60と、2対のX方向支持用気体静圧軸受け62とが設けられている。気体静圧軸受け60、62としても、ヘリウムガスを噴出するものが用いられている。

【0071】前記一対の気体静圧軸受け60に対向するレチクル駆動装置支持定盤36の上面には、Y方向駆動部Z軸支持用ガイド面36aが形成され、また、レチクル駆動装置支持定盤36の上部には、2対の気体静圧軸受け62のそれぞれに対向してヨーガイド37がY軸方向に延設されている。ヨーガイド37のX軸方向の両側の側面には、4つの気体静圧軸受け62のそれぞれに対向してX軸支持用ガイド面37a、37bが形成されている（図2参照）。

【0072】上記支持ユニット58の-X側には、レチクルステージ用リニアモータ64Aの可動子（電機子ユニット）66aが固定されている。この可動子66aと

共にレチクルステージ用リニアモータ64Aを構成する断面コ字状の固定子(磁極ユニット)68aは、可動子66aを挟持した状態でY軸方向に延びている。この固定子68aの底面には、図3に示されるように、Z軸方向支持用の気体静圧軸受け70が複数設けられており、これらの気体静圧軸受け70が対向する部分のレチクル駆動装置支持定盤36の上面には、固定子Z軸支持用ガイド面36bが形成されている。すなわち、固定子68aは、固定子Z軸支持用ガイド面36bの上方に所定のクリアランス(例えば5~10 $\mu$ mのクリアランス)を介して浮上支持されている。気体静圧軸受け70としてもヘリウムガスを噴出するものが用いられている。

【0073】Y方向駆動用レチクルフレーム56のX軸方向他側(+X側)の側面には、支持ユニット72が突設されており、この支持ユニット72の底面には、Z軸方向支持用の気体静圧軸受け73が設けられている。この気体静圧軸受け73としてもヘリウムガスを噴出するものが用いられている。この気体静圧軸受け73に対向するレチクル駆動装置支持定盤36の上面には、図3に示されるように、Y方向駆動部Z軸支持用ガイド面36cが形成されている。

【0074】上記支持ユニット72の+X側には、レチクルステージ用リニアモータ64Bの可動子(電機子ユニット)66bが固定されている。この可動子66bと共にレチクルステージ用リニアモータ64Bを構成する断面コ字状の固定子(磁極ユニット)68bは、可動子66bを挟持した状態でY軸方向に延びている。この固定子68bの底面には、Z軸方向支持用の気体静圧軸受け70が複数設けられており、これらの気体静圧軸受け70が対向する部分のレチクル駆動装置支持定盤36の上面には、固定子Z軸支持用ガイド面36dが形成されている。すなわち、固定子68bは、固定子Z軸支持用ガイド面36dの上方に所定のクリアランス(例えば5~10 $\mu$ mのクリアランス)を介して浮上支持されている。

【0075】この場合、Y方向駆動用レチクルフレーム56が、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48及びレチクルステージRSTと一体で走査方向(Y軸方向)に移動する際には、Y方向駆動用レチクルフレーム56に固定されたりニアモータ64A、64Bの可動子66a、66bとそれぞれの固定子68a、68bとが相対的に逆方向に移動する。

【0076】レチクル駆動装置支持定盤36と固定子68a、68bとの間、支持ユニット58、72とレチクル駆動装置支持定盤36との間、及びレチクルステージRSTとガイド42A、42Bとの間の摩擦力が零である場合には、運動量保存の法則が成立し、Y方向駆動用レチクルフレーム56、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48及びレチクルステージRST等の全体の質量と、固定子68a、68bとの質量比で決定される移動

距離だけ固定子68a、68bが移動する。

【0077】このため、Y方向駆動用レチクルフレーム56、すなわちレチクルステージRSTの走査方向の加減速時の反力は固定子68a、68bの移動によって吸収されるので、上記反力によってレチクル駆動装置支持定盤36が振動するのを効果的に防止することができる。

【0078】本実施形態では、図3から明らかなように、レチクルベース定盤32、より具体的には、Y軸方向ガイド42A、42Bは、レチクルステージRSTのみを支持しているので、レチクルベース定盤32に作用する重力方向の力は、僅かである。

【0079】図1に戻り、前記レチクルステージRSTの+X方向及び+Y方向の側面には、その位置や移動量を計測するための位置検出装置であるレチクルレーザ干渉計74からの測長ビームを反射する反射面がそれぞれ形成されている。レチクルレーザ干渉計74は、支持コラム24の上端部に固定されている。

【0080】これを更に詳述すると、レチクルステージRSTの+X方向の側面は、Y軸方向に延びる第1の反射面76aとされ、また、レチクルステージRSTの+Y方向の側面は、X軸方向に延びる第2の反射面76bとされている(図2参照)。そして、第1の反射面76aには、図3に示されるレチクルX干渉計74XからのX軸方向の測長ビームが照射され、その反射光に基づいてレチクルX干渉計74Xによりその測長ビームの照射位置のX位置が計測される。また、第2の反射面76bには、一対のレチクルY干渉計74Y<sub>1</sub>、74Y<sub>2</sub>(図9参照)からY軸方向の測長ビームが照射され、それぞれの反射光に基づいてレチクルY干渉計74Y<sub>1</sub>、74Y<sub>2</sub>によりそれぞれの測長ビームの照射位置のY位置が計測される。また、各レーザ干渉計に対応した固定鏡Mrは、投影光学系PLの鏡筒の側面に設けられている(図1参照)。

【0081】上記の3つのレチクルレーザ干渉計によって計測されるレチクルステージRST(即ちレチクルR)の位置情報は後述するステージ制御装置81(図1~図3では図示せず、図9参照)に送られる。ステージ制御装置81では、レチクルX干渉計74Xの計測値に基づいてレチクルステージのX位置を求め、レチクルY干渉計74Y<sub>1</sub>、74Y<sub>2</sub>の計測値の平均値に基づいてレチクルステージRSTのY位置を求め、両者の計測値の差を測長軸間距離で除してレチクルステージRSTの $\theta_z$ 方向の回転量(ヨーイング量)を求めるようになっている。このステージ制御装置81で求められた、レチクルステージRSTの位置情報は主制御装置80にリアルタイムで供給される。

【0082】上述のように、実際には、3つのレチクルレーザ干渉計が支持コラム24の上端部に固定されているが、図1においては、これらが代表的にレチクルレー

ザ干渉計74として示されている。

【0083】ステージ制御装置81では、基本的にはレチクルレーザ干渉計74から出力される位置情報(或いは速度情報)が主制御装置80からの指令値(目標位置、目標速度)と一致するように上記リニアモータ64A、64B、及びボイスコイルモータ50A~50Cを制御する。

【0084】以下においては、必要に応じて、上記のリニアモータ64A、64B、及びボイスコイルモータ50A~50Cによって、レチクルステージRSTをX、Y、 $\theta$ z方向に駆動するレチクル駆動装置82(図9参照)が構成されているものとして説明を行う。

【0085】図1に戻り、前記投影光学系PLは、鏡物等で構成された前記鏡筒定盤20の中央部に形成された平面視円形の開口内にその光軸AX方向をZ軸方向として上方から挿入されている。投影光学系PLの鏡筒部の外周部には、該鏡筒部に一体化されたフランジFLGが設けられている。このフランジFLGの素材としては、低熱膨張の材質、例えばインバー(Inver; ニッケル36%、マンガン0.25%、及び微量の炭素と他の元素を含む鉄からなる低膨張の合金)が用いられており、このフランジFLGは、投影光学系PLを鏡筒定盤20に対して点と面とV溝とを介して3点で支持するいわゆるキネマティック支持マウントを構成している。このようなキネマティック支持構造を採用すると、投影光学系PLの鏡筒定盤20に対する組み付けが容易で、しかも組み付け後の鏡筒定盤20及び投影光学系PLの振動、温度変化、姿勢変化等に起因する応力を最も効果的に軽減できるという利点がある。

【0086】投影光学系PLとしては、ここでは、物体面(レチクルR)側と像面(ウエハW)側の両方がテレセントリックで円形の投影視野を有し、石英や螢石を光学硝材とした屈折光学素子(レンズ素子)のみから成る1/4、1/5、あるいは1/6縮小倍率の屈折光学系が使用されている。このため、レチクルRにパルス紫外光が照射されると、レチクルR上の回路パターン領域のうちのパルス紫外光によって照明された部分からの結像光束が投影光学系PLに入射し、その回路パターンの部分倒立像がパルス紫外光の各パルス照射の度に投影光学系PLの像面側の円形視野の中央にスリット状または矩形状(多角形)に制限されて結像される。これにより、投影された回路パターンの部分倒立像は、投影光学系PLの結像面に配置されたウエハW上の複数のショット領域のうちの1つのショット領域表面のレジスト層に縮小転写される。

【0087】次に、ウエハステージWST及びその駆動装置の構成等について説明する。

【0088】図4には、ウエハステージWSTをXY2次元方向に駆動する駆動装置近傍の各構成部分が平面図にて示されている。

【0089】この図4に示されるように、ウエハステージWSTの駆動装置84は、ベースプレートBP上に植設された前記4本の支柱34A~34Dによってウエハベース定盤28の上方でほぼ水平に保持されている。

【0090】この駆動装置84は、支柱34A、34B間にX軸方向に沿って架設された第1のXリニアガイド86と、支柱34C、34D間にX軸方向に沿って架設された第2のXリニアガイド88と、これらのXリニアガイド86、88に沿ってそれぞれ移動する第1、第2のスライドユニット90A、90Bと、これらのスライドユニット90A、90Bがその両端に固定され、Y軸方向に延びるYリニアガイド92と、このYリニアガイド92に沿って移動するXY方向移動ユニット94とを備えている。

【0091】図5には、図4のB-B線断面図が示され、図6には図4のC-C線断面図が示されている。以下、これらの図も参照しつつ、駆動装置84の各構成部分について更に詳述する。

【0092】第1のXリニアガイド86は、図5に示されるように、断面略L字状部材から成るガイド部材96と、このガイド部材96の上面にX軸方向に沿って密に並べられた複数の永久磁石98(図4参照)から成る磁極ユニット100Aとを備えている。ガイド部材96の-Y方向の端部の上面には、凸部97が設けられている。この凸部の±Y側の側面には、図5の円D内を拡大して示す図7(A)に示されるように、Y軸支持用ガイド面97a、97bが形成されている。また、凸部97の+Y側のガイド部材96上面には、Z軸支持用ガイド面96aが形成されている。

【0093】前記第1のスライドユニット90Aには、図5に示されるように、磁極ユニット100Aに対向して電機子ユニット102Aが設けられている。この場合、磁極ユニット100Aと電機子ユニット102Aとによって第1のXリニアモータ104A(図9参照)が構成されている。

【0094】また、第1のスライドユニット90Aには、図7(A)に示されるように、Z軸支持用ガイド面96a、Y軸支持用ガイド面97a、97bにそれぞれ対向して軸受けとしての気体静圧軸受け106a、106b、106cが設けられ、これらの気体静圧軸受け106a~106cから噴き出される加圧気体の静圧により、当該気体静圧軸受け106a~106cの軸受け面は、ガイド面96a、97a、97bに対して所定のクリアランス(例えば5 $\mu$ m程度のクリアランス)を介して非接触で支持されている。気体静圧軸受け106a、106b、106cとしてもヘリウムガスを噴出するものが用いられている。

【0095】この場合、気体静圧軸受け106a、106b、106cのそれぞれは、X方向に所定間隔を隔てて少なくとも各2つ配置されており、これによって、第

1のスライドユニット90A及びYリニアガイド92の $\theta z$ 回転(ヨーイング)、及び $\theta y$ 回転(ローリング)をも防止するようになっている。すなわち、Y軸支持用ガイド面97a、97bが形成された凸部97はヨーガイドの役目をも兼ねている。

【0096】第2のXリニアガイド88は、図5に示されるように、断面し字状部材から成るガイド部材108と、このガイド部材108の上面にX軸方向に沿って密に並べられた複数の永久磁石98から成る磁極ユニット100Bとを備えている。ガイド部材108の+Y方向の端部の上面には、図5の円E内を拡大して示す図7(B)に示されるように、Z軸支持用ガイド面108aが形成されている。

【0097】前記第2のスライドユニット90Bには、図5に示されるように、磁極ユニット100Bに対向して電機子ユニット102Bが設けられている。この場合、磁極ユニット100Bと電機子ユニット102Bとによって第2のXリニアモータ104B(図9参照)が構成されている。

【0098】また、この第2のスライドユニット90Bには、図7(B)に示されるように、Z軸支持用ガイド面108aに対向して軸受けとしての気体静圧軸受け106dが設けられ、この気体静圧軸受け106dから噴き出される加圧気体の静圧により、該気体静圧軸受け106dの軸受け面は、ガイド面108aに対して所定のクリアランス(例えば5 $\mu$ m程度のクリアランス)を介して非接触で支持されている。気体静圧軸受け106dとしてもヘリウムガスを噴出するものが用いられている。

【0099】前記Yリニアガイド92は、図6に示されるように、断面略U字状のガイド部材110と、このガイド部材110のX軸方向中央部の上面にY軸方向に沿って密に並べられた複数の永久磁石98から成る磁極ユニット112とを備えている。ガイド部材110の+X方向の端部の上面には、凸部111が設けられ、この凸部111の±X側の側面には、図6の円F内を拡大して示す図7(C)に示されるように、X軸支持用ガイド面111a、111bが形成されている。また、このガイド部材110の凸部111の内側には、その上面にZ軸支持用ガイド面110aが形成されている。また、ガイド部材110の-X側の上面には、Z軸支持用ガイド面110bが形成されている。

【0100】前記XY方向移動ユニット94には、図6に示されるように、磁極ユニット112に対向して電機子ユニット114が設けられている。この場合、磁極ユニット112と電機子ユニット114とによってYリニアモータ116(図9参照)が構成されている。本実施形態では、上記第1、第2のXリニアモータ104A、104B及びYリニアモータ116が、ステージ制御装置81によって制御されるようになっている(図9参

照)。

【0101】また、XY方向移動ユニット94には、図7(C)に示されるように、Z軸支持用ガイド面110a、X軸支持用ガイド面111a、111bにそれぞれ対向して軸受けとしての気体静圧軸受け118a、118b、118cが設けられている。同様に、XY方向移動ユニット94には、Z軸支持用ガイド面110bに対向して気体静圧軸受けが設けられている。

【0102】これらの気体静圧軸受けから噴き出される加圧気体(ヘリウムガス)の静圧により、該気体静圧軸受けの軸受け面は、それぞれのガイド面に対して所定のクリアランス(例えば5 $\mu$ m程度のクリアランス)を介して非接触で支持されている。

【0103】この場合、気体静圧軸受け118a、118b、118cのそれぞれは、Y方向に所定間隔を隔てて少なくとも各2つ配置されており、これによって、XY方向移動ユニット94の $\theta z$ 回転(ヨーイング)、及び $\theta x$ 回転(ピッチング)をも防止するようになっている。すなわち、X軸支持用ガイド面111a、111bが形成された凸部111はヨーガイドの役目をも兼ねている。

【0104】前記XY方向移動ユニット94の±X側の側面には、図4に示されるように、各2本合計4本の板ばね118のそれぞれ的一端が接続され、これらの板ばね118の他端側は、前述したウエハステージWSTを構成する平面視矩形棒状のXYステージ120に接続されている。すなわち、4本の板ばね118によってXY方向移動ユニット94にXYステージ120が連結されている。この場合、XYステージ120は、後述するようにウエハベース定盤28上に気体静圧軸受けにより浮上支持され、板ばね118としては、X、Y、 $\theta z$ 方向の剛性が、Z、 $\theta x$ 、 $\theta y$ 方向の剛性に比べて高いものが使用されている。このため、XY方向移動ユニット94を駆動することにより、これと一体でXYステージ120(すなわちウエハステージWST)を移動させることができる。

【0105】また、XYステージ120の底面には、不図示の気体静圧軸受けが複数設けられており、これら気体静圧軸受けから噴出される加圧気体(ヘリウムガス)の静圧により、XYステージ120がウエハベース定盤28の上面の上方に所定のクリアランス(例えば5 $\mu$ m程度のクリアランス)を介して非接触で浮上支持されている。また、ウエハベース定盤28は、その表面が高精度に加工されているので、XYステージ120は、ウエハベース定盤28の表面に沿って精度良く移動できる。このXYステージ120上には、後述するように試料台支持ユニットを介してウエハWを保持する試料台が搭載され、これらXYステージ120、試料台支持ユニット及び試料台によってウエハステージWSTが構成される。ウエハベース定盤28は、矩形棒状のXYステージ



120及び試料台等のみを支持すれば足り、ウエハステージの駆動装置を支持する必要がないので、ウエハベース定盤28に作用する重力方向の力は従来の露光装置に比べて非常に小さくなっている。更に、ウエハステージWSTは後述するフォーカス・レベリング動作時に高応答することができる。

【0106】本実施形態の露光装置10では、ステージ制御装置81により、XY方向移動ユニット94に設けられた電機子ユニット114に駆動電流が供給されると、電機子ユニット114と磁極ユニット112との間に電磁相互作用によりローレンツ力が発生し、このローレンツ力により電機子ユニット114が設けられたXY方向移動ユニット94がウエハステージWSTと一体で+Y方向（あるいは-Y方向）に駆動される。すなわち、このようにしてYリニアモータ116が駆動力を発生する。このとき、磁極ユニット112が設けられたYリニアガイド92に上記の駆動力の反力が作用し、この反力が第1、第2のスライドユニット90A、90Bを介して第1、第2のXリニアガイド86、88に伝達され、さらに支柱34A、34B、34C、34Dに伝達される。この伝達された反力により支柱34A～34Dが振動する。この振動は、ベースプレートBP及び床面FDに伝達される（逃がされる）ので、原則的には、ウエハベース定盤28及びそれが設けられた本体コラム12には殆ど悪影響を与えない。しかしながら、上記の支柱34A、34B、34C、34Dの振動がある程度以上大きいと、この振動が支柱34A～34D、ベースプレートBP、ボディ支持部材16A～16C、防振ユニット18A～18Cを順次経由してウエハベース定盤28に伝達される可能性は否定できない。

【0107】そこで、本実施形態では、図4に示されるように、支柱34C、34Dの+Y側に反力キャンセル機構としての反力キャンセル用アクチュエータ122C、122Dが設けられるとともに、支柱34A、34Bの-Y側に反力キャンセル機構としての反力キャンセル用アクチュエータ122A、122Bが設けられている。これらの反力キャンセル用アクチュエータ122A～122Dは、ベースプレートBP上に植設された支持部材124A～124Dによってそれぞれ支持されている（図1及び図5参照）。

【0108】上記反力キャンセル用アクチュエータ122A～122Dは、主制御装置80によって制御される（図9参照）。主制御装置80では、ウエハステージWSTのY方向駆動指令をステージ制御装置81に与えると同時にその指令情報に応じて上記の支柱34A～34Dに作用するであろうY軸方向の反力をキャンセルするためのカウンターフォースを反力キャンセル用アクチュエータ122A、122B又は122C、122Dに発生させるべく、反力キャンセル用アクチュエータ122A～122Dをフィードフォワード制御するようになっ

ている。このため、本実施形態では、ウエハステージWSTのY方向駆動時に支柱34A～34Dに生じる振動が発生とはほぼ同時（時間遅れなく）に減衰され、ベースプレートBPには、非常に僅かな振動しか伝達されず、この僅かな振動がベースプレートBPからウエハベース定盤28側に伝達されたとしても、この振動は防振ユニット18A～18Cによって確実に絶縁される。

【0109】また、主制御装置80からの指示に応じ、ステージ制御装置81により、上記と同様に、第1、第2のXリニアモータ104A、104Bが同一速度で駆動されると、第1、第2のスライドユニット90A、90Bが同一速度で+X方向（あるいは-X方向）に移動し、これによりYリニアガイド92及びXY方向移動ユニット94と一体的にウエハステージWSTが+X方向（あるいは-X方向）に駆動される。このウエハステージWSTのX軸方向の移動の際に、第1、第2のXリニアガイド86、88には、第1、第2のスライドユニット90A、90Bの駆動力の反力が作用し、この反力が支柱34A～34Dに伝達される。この伝達された反力により支柱34A～34Dが振動する。この振動は、ベースプレートBP及び床面FDに伝達される（逃がされる）ので、原則的には、ウエハベース定盤28及びそれが設けられた本体コラム12には殆ど悪影響を与えない。しかしながら、この場合も、上記の支柱34A、34B、34C、34Dの振動がある程度以上大きいと、この振動が支柱34A～34D、ベースプレートBP、ボディ支持部材16A～16C、防振ユニット18A～18Cを順次経由してウエハベース定盤28に伝達される可能性は否定できない。

【0110】そこで、本実施形態では、支柱34B、34Dの+X側に反力キャンセル機構としての反力キャンセル用アクチュエータ123B、123Dが設けられるとともに、支柱34A、34Cの-X側に反力キャンセル機構としての反力キャンセル用アクチュエータ123A、123Cが設けられている。これらの反力キャンセル用アクチュエータ123A～123Dは、ベースプレートBP上に植設された支持部材125A～125Dによって支持されている（図1及び図6参照）。

【0111】上記反力キャンセル用アクチュエータ123A～123Dは、主制御装置80によって制御される（図9参照）。主制御装置80では、ウエハステージWSTのX方向駆動指令をステージ制御装置81に与えると同時にその指令情報に応じて上記の支柱34A～34Dに作用するであろう反力をキャンセルするためのカウンターフォースを反力キャンセル用アクチュエータ123A、123C又は123B、123Dに発生させるべく、反力キャンセル用アクチュエータ123A～123Dをフィードフォワード制御するようになっている。このため、本実施形態では、ウエハステージWSTのX方向駆動時に支柱34A～34Dに生じる振動が発生とは



ほぼ同時に(時間遅れなく)減衰され、ベースプレートB Pには、非常に僅かな振動しか伝達されず、この僅かな振動がベースプレートB Pからウエハベース定盤28側に伝達されたとしても、この振動は防振ユニット18A～18Cによって確実に絶縁される。

【0112】また、本実施形態では、上述の如く、ウエハステージWSTの駆動時に第1、第2のXリニアガイド86、88、Yリニアガイド92に作用する反力を時間遅れなくキャンセルすることができるので、前記反力に起因する第1、第2のXリニアガイド86、88、Yリニアガイド92及びそれらの支持部材に生じる歪み、その結果発生する回転方向の誤差を抑えることができる。

【0113】前記4本の板ばね118は、図4に示されるように、XYステージ120の重心(ウエハステージWSTの重心にほぼ一致)を通るX軸に関して線対称となる配置で配置されている。このため、不図示の配線の抵抗力やXYステージ120を浮上支持する気体静圧軸受け間の浮上力のアンバランス等に起因する回転モーメントが作用したとしてもXYステージ120が振動することがない構造となっている。

【0114】また、XYステージ120の上面には、三角形の各頂点の近傍に、試料台支持ユニット136A～136Cがそれぞれ設けられている。これらの試料台支持ユニット136A～136Cは、それぞれ、一对の試料台支持棒132とこれらの試料台支持棒132の間に配置された駆動機構としてのボイスコイルモータ134とから構成されている。各ボイスコイルモータ134は、図6に示されるように、XYステージ120の上面に固定された断面略U字状の固定子135aと、これに対応して設けられた可動子135bとから構成される。なお、実際には、ボイスコイルモータ134の可動子135bは、後述する試料台に固定される。

【0115】XYステージ120上には、前記試料台支持ユニット136A～136Cを介して図1に示される試料台138が搭載されている。この試料台138上にウエハホルダ140(図1では図示省略、図8(A)、(B)参照)を介してウエハWが静電吸着又は真空吸着により固定されている。

【0116】図8(A)には、ウエハステージWSTの平面図が示され、図8(B)には、板ばね118によってXY方向移動ユニット94に取り付けられた状態のウエハステージWSTを-Y方向から見た側面図が示されている。ここで、これらの図を参照しつつ、試料台138のXYステージ120に対する組み付け方法について説明する。

【0117】試料台138には、前記試料台支持ユニット136A～136Cをそれぞれ構成する各一对の試料台支持棒132に対応して合計3対の開口がそれぞれ形成されている。試料台138が所定の位置決め状態で試

料台支持ユニット136A～136C上に載置されると、前記3つのボイスコイルモータ134それぞれの固定子135aと可動子135bとが係合し、かつ上記各開口をそれぞれ介して各試料台支持棒132が、試料台138の上面とほぼ同一面となる。そして、図8(A)に示されるような、長手方向の中間部が長手方向に直交する方向について3つの部分に分離された全体として長方形の3つの板ばね142A、142B、142Cを前記試料台支持ユニット136A、136B、136Cにそれぞれ対向する位置に載置し、板ばね142A、142B、142Cそれぞれの中央の分離部を試料台138にねじ止めし、残りの分離部をそれぞれ対向する試料台支持棒132にねじ止めすることにより、板ばね142A～142Cを介して試料台138とXYステージ120(試料台支持棒132)とが連結される。図8

(A)、(B)には、このようにして試料台138の組み付けが完了した状態が示されている。板ばね142A～142Cは、XY面内方向、すなわちX、Y、 $\theta_z$ 方向の剛性が、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 方向の剛性に比べて格段高く、特にその長手方向に直交する方向の剛性が最も高い。このため、試料台支持ユニット136A～136Cをそれぞれ構成する3つのボイスコイルモータ134によって、それぞれの支持点がZ軸方向に駆動され、試料台138がZ駆動あるいはチルト駆動されると、板ばね142A～142Cがいわゆるパンタグラフ状に変形し、試料台138に余分な力が掛からずその変形が抑制されるようになっている。

【0118】なお、かかる試料台の組み付け構造や組み付け方法については、例えば特開平9-320954号公報等に詳細に開示されている。

【0119】また、試料台138の上面には、ウエハW上の各ショット領域に付設されたアライメントマーク(ウエハマーク)の位置を検出するためのオフアクシス・アライメント顕微鏡ALG(図9参照)のいわゆるベースライン計測のための基準マークその他の基準マーク(いずれも図示省略)が形成された基準マーク板FMが設けられている。この基準マーク板FMの表面は、試料台138に搭載されたウエハホルダ140上に保持されたウエハWの表面とほぼ同一高さとしてされている。

【0120】なお、図示は省略されているが、アライメント顕微鏡ALGは、投影光学系PLの側面の所定の位置に固定されており、例えば画像処理方式の結像式アライメントセンサが用いられる。このアライメントセンサALGの計測結果は、主制御装置80に供給されるようになっている(図9参照)。

【0121】前記試料台138の位置は、図1に示されるように、鏡筒定盤20に吊り下げ状態で固定されたウエハレーザ干渉計システム146によって所定の分解能、例えば0.5～1nm程度の分解能でリアルタイムに計測される。

【0122】これを更に詳述すると、図8(A)に示されるように、試料台138の+X側の側面、+Y側の側面には、鏡面加工が施され、それぞれ反射面138a、138bが形成されている。

【0123】一方の反射面138aには、X軸方向の5本の測長ビームWIX1、WIX2、WIX3、WIX4、及びWIX5が、ウエハレーザ干渉計システム146を構成するレーザ干渉計146X<sub>1</sub>、146X<sub>2</sub>、146X<sub>3</sub>、146X<sub>4</sub>、146X<sub>5</sub>(図9参照)からそれぞれ照射されている。これらの干渉計に対応する固定鏡Mwは、投影光学系PLの鏡筒下端にそれぞれ固定されており、各干渉計では、それぞれの測長ビームの照射位置のX位置を固定鏡Mwを基準として計測する(図1参照)。

【0124】測長ビームWIX1、WIX2は、同一XY面上で投影光学系PLの光軸AXを通るX軸に関してほぼ対称となる光路に沿って照射されている。また、測長ビームWIX3、WIX4は、同一XY面上でアライメント顕微鏡ALGの検出中心を通るX軸に関してほぼ対称となる光路に沿って照射されている。また、測長ビームWIX5は、測長ビームWIX1(又はWIX2)の真下の光路に沿って照射されている(図8(B)参照)。

【0125】他方の反射面138bには、Y軸方向の5本の測長ビームWIY1、WIY2、WIY3、WIY4、及びWIY5が、ウエハレーザ干渉計システム146を構成するレーザ干渉計146Y<sub>1</sub>、146Y<sub>2</sub>、146Y<sub>3</sub>、146Y<sub>4</sub>、146Y<sub>5</sub>(図9参照)からそれぞれ照射されている。これらの干渉計に対応する固定鏡Mwは、投影光学系PLの鏡筒下端にそれぞれ固定されており、各干渉計では、それぞれの測長ビームの照射位置のY位置を固定鏡Mwを基準として計測する(図1参照)。

【0126】測長ビームWIY1、WIY2は、同一XY面上で投影光学系PLの光軸AXを通るY軸に関してほぼ対称となる光路に沿って照射されている。また、測長ビームWIY3、WIY4は、同一XY面上でアライメント顕微鏡ALGの検出中心を通るY軸に関してほぼ対称となる光路に沿って照射されている。また、測長ビームWIY5は、測長ビームWIY1(又はWIY2)の真下の光路に沿って照射されている。

【0127】このように、試料台138の位置を計測する干渉計は、X軸方向、Y軸方向について各5つ合計10個の干渉計が設けられているが、図1においては、これらが代表してウエハレーザ干渉計システム146として示されている。

【0128】このウエハレーザ干渉計システム146を構成する各干渉計の計測値は、ステージ制御装置81

(図1では図示せず、図9参照)に供給されており、ステージ制御装置81では、次のようにして、試料台13

8の位置を求める。

【0129】すなわち、ステージ制御装置81では、後述する露光時には、主制御装置80からの指示に応じて、測長ビームWIX1、WIX2にそれぞれ対応する2つの干渉計146X<sub>1</sub>、146X<sub>2</sub>の計測値の平均値に基づいて試料台138のX位置を求めるとともに、測長ビームWIY1、WIY2にそれぞれ対応する2つの干渉計146Y<sub>1</sub>、146Y<sub>2</sub>の計測値の平均値に基づいて試料台138のY位置を求める。また、ステージ制御装置81では、測長ビームWIX1、WIX5にそれぞれ対応する2つの干渉計146X<sub>1</sub>、146X<sub>5</sub>の計測値の差と測長軸間隔とに基づいて試料台138の $\theta_y$ 回転量を求めるとともに、測長ビームWIY1、WIY5にそれぞれ対応する2つの干渉計146Y<sub>1</sub>、146Y<sub>5</sub>の計測値の差と測長軸間隔とに基づいて試料台138の $\theta_x$ 回転量を求める。また、ステージ制御装置81では、干渉計146X<sub>1</sub>、146X<sub>2</sub>の計測値の差と測長軸間距離、及び干渉計146Y<sub>1</sub>、146Y<sub>2</sub>の計測値の差と測長軸間距離の少なくとも一方に基づいて試料台138の $\theta_z$ 回転量を求める。

【0130】また、ステージ制御装置81では、後述するウエハアライメント時には、主制御装置80からの指示に応じて、測長ビームWIX3、WIX4にそれぞれ対応する2つの干渉計146X<sub>3</sub>、146X<sub>4</sub>の計測値の平均値に基づいて試料台138のX位置を求めるとともに、測長ビームWIY3、WIY4にそれぞれ対応する2つの干渉計146Y<sub>3</sub>、146Y<sub>4</sub>の計測値の平均値に基づいて試料台138のY位置を求める。この場合においても、ステージ制御装置81では上記と同様にして、試料台の $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ 回転量を求めることは可能である。

【0131】なお、上記のステージ制御装置81が求めた試料台138の位置情報は主制御装置80にリアルタイムで供給される。

【0132】このように、本実施形態では、露光時、アライメント時のいずれのときにおいても、いわゆるアップ誤差の影響をなくした正確な試料台138の位置計測が可能になっている。

【0133】前記ウエハベース定盤28には、図1では図示が省略されているが、実際には、ウエハベース定盤28(本体コラム12)のZ方向の振動を計測する3つの振動センサ(例えば加速度計)とXY面内方向の振動を計測する3つの振動センサ(例えば加速度計)(例えばこの内の2つの振動センサは、ウエハベース定盤28のY方向の振動を計測し、残りの振動センサはX方向の振動を計測する)とが取り付けられている。以下においては、便宜上、これら6つの振動センサを総称して振動センサ群148と呼ぶものとする。この振動センサ群148の計測値は、主制御装置80に供給されるようになっている(図9参照)。従って、主制御装置80では振

動センサ群148の計測値に基づいてウエハベース定盤28の6自由度方向(X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ 方向)の振動を求めることができる。

【0134】例えば、前述したウエハステージWSTの駆動時に、ウエハステージWSTの移動に伴う偏荷重がウエハベース定盤28に作用し、ウエハベース定盤28が振動すると、主制御装置80が、このウエハベース定盤28の6自由度方向の振動を振動センサ群148の計測値に基づいて検出し、この検出結果に基づいて防振ユニット18A～18Cを制御することにより、ウエハベース定盤28の振動を速やかに制振することができる。

【0135】しかしながら、先にも説明したように、本実施形態では、ウエハステージWSTの駆動時に、ウエハステージWSTの移動に伴いウエハベース定盤28に作用する偏荷重は非常に小さいので、上記の振動センサ群148を必ずしも設けなくとも良い。すなわち、防振ユニット18A～18Cとして、必ずしもアクティブ防振装置を用いなくても、パッシブな防振装置を用いても良い。

【0136】さらに、本実施形態の露光装置では、ウエハWのZ方向位置を検出するフォーカスセンサAF(図1では図示省略、図9参照)が、投影光学系PLの鏡筒の下端部に不図示の保持部材を介して固定されている。このフォーカスセンサAFとしては、例えば特開平6-283403号公報に開示される多点焦点位置検出系が用いられる。このフォーカスセンサAFの出力が主制御装置80に供給され、主制御装置80ではステージ制御装置81を介して試料台138のZ駆動及びチルト駆動を制御していわゆるフォーカス・レベリング制御を行うようになっている。

【0137】図9には、上述した露光装置10における露光時のステージ駆動及び防振に関連する制御系の構成が簡単に示されている。この制御系は、ワークステーション(又はマイクロコンピュータ)から成る主制御装置80及びステージ制御装置81を中心として構成されている。主制御装置80は、これまでに説明した各種の制御を行う他、装置全体を統括的に制御する。

【0138】次に、上述のようにして構成された露光装置10における露光動作について説明する。

【0139】前提として、ウエハW上のショット領域を適正露光量(目標露光量)で走査露光するための各種の露光条件が予め設定される。また、不図示のレチクル顕微鏡及びオフアキシ・アライメント顕微鏡ALG等を用いたレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業が行われ、その後、アライメント顕微鏡ALGを用いたウエハWのファインアライメント(例えば、特開昭61-44429号公報などに開示されるEGA(エンハンスト・グローバル・アライメント)等)が終了し、ウエハW上の複数のショット領域の配列座標が求められる。

【0140】このようにして、ウエハWの露光のための準備動作が終了すると、主制御装置80では、アライメント結果に基づいてウエハWの第1ショットの露光のための走査開始位置にウエハステージWSTを移動すべく、ステージ制御装置81に指令を与える。この指令により、ステージ制御装置81により、ウエハレーザ干渉計システム146の計測値をモニタしつつ駆動装置84を構成する各モータが駆動制御され、第1ショットの露光のための走査開始位置にウエハステージWSTが位置決めされる。

【0141】次に、主制御装置80からの指示に基づいてステージ制御装置81により、駆動装置82、84を介してレチクルステージRSTとウエハステージWSTとのY方向の走査が開始され、両ステージRST、WSTがそれぞれの目標走査速度に達すると、パルス紫外光によってレチクルRのパターン領域が照明され始め、走査露光が開始される。

【0142】ステージ制御装置81では、特に上記の走査露光時にレチクルステージRSTのY軸方向の移動速度 $V_r$ とウエハステージWSTのY軸方向の移動速度 $V_w$ とが投影光学系PLの投影倍率( $1/4$ 倍、 $1/5$ 倍、あるいは $1/6$ 倍)に応じた速度比に維持されるように駆動装置82、84を介してレチクルステージRST及びウエハステージWSTを同期制御する。この同期制御中に、主制御装置80ではフォーカスセンサAFを用いてウエハWのZ位置を計測し、この計測結果に基づいてステージ制御装置81を介してウエハステージWST上の3つのボイスコイルモータ134を適宜制御し、ウエハ表面のパルス紫外光の照射領域が常に投影光学系PLの最良結像面の焦点深度内に合致するように、フォーカス・レベリング制御を行う。

【0143】そして、レチクルRのパターン領域の異なる領域がパルス紫外光で逐次照明され、パターン領域全面に対する照明が完了することにより、ウエハW上の第1ショットの走査露光が終了する。これにより、レチクルRのパターンが投影光学系PLを介して第1ショットに縮小転写される。

【0144】このようにして、第1ショットの走査露光が終了すると、主制御装置80からの指示に基づき、ステージ制御装置81により駆動装置84を介してウエハステージWSTがX、Y軸方向にステップ移動され、第2ショットの露光のため走査開始位置に移動される。このステッピングの際に、ステージ制御装置81ではウエハレーザ干渉計システム146の計測値に基づいてウエハステージWST(ウエハW)のX、Y、 $\theta_z$ 方向の位置変位をリアルタイムに計測する。この計測結果に基づき、ステージ制御装置81では駆動装置84を制御してウエハステージWSTのXY位置変位が所定の状態になるようにウエハステージWSTの位置を制御する。

【0145】また、ステージ制御装置81ではウエハス

ステージWSTの $\theta$ z方向の変位の情報に基づいて駆動装置82を制御し、そのウエハW側の回転変位の誤差を補償するようにレチクルステージRSTを回転制御する。あるいは、ステージ制御装置81では、ウエハステージWSTの $\theta$ z方向の変位の情報に基づいて第1のXリニアモータ104Aと第2のXリニアモータ104Bとの推力分配率を制御することにより、ウエハステージWSTの回転誤差を補正する。

【0146】そして、ステージ制御装置81では第2ショットに対して上記と同様の走査露光を行う。

【0147】このようにして、ウエハW上のショットの走査露光と次ショット露光のためのステップ動作とが繰り返行われ、ウエハW上の露光対象ショットの全てにレチクルRのパターンが順次転写される。

【0148】次に、本実施形態の露光装置10の空調系について、図10に基づいて説明する。露光装置10は全体として所定のチャンバ内に設置されているが、更にチャンバ内に露光装置10の各部をそれぞれ収納する複数の空調室としての空調ユニットが設けられ、各ユニット別に独立に空調が行われている。このような空調システムを、以下では「ユニット別空調システム」と呼ぶ。

【0149】図10には、本実施形態のユニット別空調システムが簡略化して示されている。この図10において、チャンバ151の内部には、第1空調室としてのウエハステージ系ユニット152、第2空調室としてのレチクルステージ系ユニット154、第3空調室としての投影光学系ユニット156及び第4空調室としての照明系ユニット158が設けられている。本実施形態では、ウエハステージ系ユニット152及びレチクルステージ系ユニット154が、それぞれ本発明に係る第1のタイプの空調室を構成し、投影光学系ユニット156及び照明系ユニット158が、それぞれ本発明に係る第2のタイプの空調室を構成している。

【0150】これを更に詳述すると、照明系ユニット158の下方に隣接してレチクルステージ系ユニット154が配置され、このレチクルステージ系ユニット154の下方に隣接して投影光学系ユニット156が配置され、さらにこの投影光学系ユニット156の下方に隣接してウエハステージ系ユニット152が配置されている。

【0151】この場合、照明系ユニット158とレチクルステージ系ユニット154との間の隔壁、レチクルステージ系ユニット154と投影光学系ユニット156との間の隔壁、投影光学系ユニット156とウエハステージ系ユニット152との間の隔壁及びウエハステージ系ユニット152の底面側の隔壁は、ケミカルクリーンなシート部材としての耐圧シート160A、160B、160C、160Dによってそれぞれ形成されている。残りの部分の隔壁は、ステンレス等のケミカルクリーンな金属によって形成されている。

【0152】照明系ユニット158と、レチクルステージ系ユニット154との間のシート部材160Aの一部には、照明系ハウジングが挿入可能な大きさを有する開口部が設けられている。そして、その開口部に照明系ハウジングを挿入した状態で、後述する締結機構を用いて、シート部材160Aを照明系ハウジングに固定されている。この場合、照明系ハウジングに収容されたレチクル側の光学部材（レンズ又は平行平面ガラス）によって隔壁の一部が構成されている。

【0153】また、レチクルステージ系ユニット154と、投影光学系ユニット156の間のシート部材160Aの一部には、投影光学系PLの物体面側が挿入可能な大きさを有する開口部が設けられている。そして、その開口部に投影光学系PLの物体面側を挿入した状態で、後述する締結機構を用いて、シート部材160Bを投影光学系PLに固定されている。この場合、投影光学系PLの物体面側の光学部材（レンズ又は平行平面ガラス）によって隔壁の一部が構成されている。

【0154】さらに、投影光学系ユニット156と、ウエハステージ系ユニット152との間のシート部材160Cの一部には、投影光学系PLの像面側が挿入可能な大きさを有する開口部が設けられている。そして、その開口部に投影光学系PLの像面側を挿入した状態で、後述する締結機構を用いてシート部材160Cを投影光学系PLに固定されている。この場合、投影光学系の像面側の光学部材（レンズ又は平行平面ガラス）によって隔壁の一部が構成されている。

【0155】前記照明系ユニット158内には、照明系ハウジングと、該照明系ハウジング内に収納された可変減光器、ビーム整形光学系、フライアイレンズ系、振動ミラー、集光レンズ系、照明系開口絞り、リレーレンズ系、レチクルブラインド機構、主コンデンサレンズ系等とから成る図1の照明光学系IOPが収納されている。

【0156】前記レチクルステージ系ユニット154の内部には、前述した投影光学系PLの物体面側（レチクル側）の端面、レチクルステージRST、レチクル駆動装置支持定盤36、レチクルベース定盤32、駆動装置82、レチクルRと照明光学系IOPとの間の光路、及びレチクルRと投影光学系PLとの間の光路等が収納されている。また、本実施形態では、前記耐圧シート160Aの配置面は、投影光学系PLの物体面側の端面にほぼ一致している。

【0157】前記投影光学系ユニット156の内部には、投影光学系PLの像面側の一部を除く大部分が収納されている。

【0158】前記ウエハステージ系ユニット152の内部には、投影光学系PLの像面側（ウエハ側）の端面、ウエハステージWST、駆動装置84、ウエハベース定盤28の上半部、投影光学系PLとウエハWとの間の光路等が収納されている。

【0159】本実施形態では、上記耐圧シート160A～160Dとして、耐圧シート本体の廻り(表裏面を含む)を脱ガス処理がなされたシートで被覆した2重構造(3層構造)のものが用いられている。

【0160】ここで、脱ガス処理がなされたシートとは、例えば、フッ素樹脂で形成されると共に、そのシートに2次加硫を施したシートである。また、他の例として、前述したように露光光を吸収する気体、及び露光光と反応して光学部材の表面に付着する有機物などの発生が抑制されたシートであり、その表面は、例えば、フッ素樹脂や、四フッ化エチレン、テトラフルオロエチレン-テトラフルオロ(アルキルビニルエーテル)、又はテトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロペン共重合体等の各種ポリマーで形成したものなどがある。

【0161】本実施形態では、照明系ユニット158、レチクルステージ系ユニット154投影光学系ユニット156及びウエハステージ系ユニット152のそれぞれに対して、所定の気体の供給及び排気が独立に行えるようになっている。そのための空調制御装置として、不図示のヘリウムガスポンプより供給される純度(濃度)が比較的高いヘリウムガス(中純度のヘリウムガス:空調用の第1の気体)をウエハステージ系ユニット152及びレチクルステージ系ユニット154内に供給して空調を行う第1の空調制御装置162と、照明系ユニット158及び投影光学系ユニット156内に、不図示のヘリウムガスポンプより供給される上記第1の気体より更に純度(濃度)が高いヘリウムガス(高純度のヘリウムガス:空調用の第2の気体)を供給して空調を行う第2の空調制御装置164とを備えている。第2の空調制御装置では、ウエハステージ系ユニット152及びレチクルステージ系ユニット154内にも必要に応じて上記第2の気体を供給して部分空調を行うようになっている(これについては、後述する)。

【0162】さらに、本実施形態では、各空調ユニット外部のチャンバ151内の全体空調を行うための第3の空調制御装置166、並びにメンテナンス時にレチクルステージ系ユニット154及びウエハステージ系ユニット152内の空調を行う第4の空調制御装置168及びメンテナンス時に主として照明系ユニット158内の空調を行う第5の空調制御装置170を備えている。

【0163】前記第1、第2、第3、第4及び第5の空調制御装置162、164、166、168、170は、HEPAフィルタ(high efficiency particulate air-filter)又はULPAフィルタ(ultra low penetration air-filter)等のパーティクル除去用のエアフィルタ(以下、単に「エアフィルタ」と呼ぶ)、露光光と反応して光学部材の表面に付着する有機物(この有機物には、露光装置を構成する部品から発生する脱ガスも含まれる)を除去するケミカルフィルタ(活性炭あるいはゼオライト等)、及び供給される気体中に含まれるオゾ

ンを除去するオゾン除去フィルタ(二酸化マンガンあるいは酸化チタン等)を内蔵している。なお、F<sub>2</sub>レーザ光あるいはそれより短波長の真空紫外光を露光用照明光として用いる場合、真空紫外光は光路上の酸素、水蒸気、及び炭化水素ガス等の気体により吸収されてしまう。そのため、各空調制御装置162、164、166に、さらに、各ユニットに供給されるヘリウム中の酸素、水蒸気、二酸化炭素及び有機ガス(露光装置を構成する部品からの脱ガス等)などの気体(以下、吸収性ガス)を除去するための不純物除去フィルタを設ける必要がある。

【0164】その際、第2の空調制御装置164には、高純度のヘリウムが供給され、第1の空調制御装置162、第3の空調制御装置166には、中純度のヘリウムが供給されるので、第2の空調制御装置164と、第1及び第3の空調制御装置162、166の不純物除去フィルタにおける不純物除去性能を異ならせても良い。

【0165】また、第3の空調制御装置166は、メンテナンス時に空気を取り込む必要があるので、メンテナンス時以外、例えば、通常の装置運転時に、チャンバ151に供給する気体が不純物除去フィルタを通過させるように、第3の空調制御装置内の気体の流路を切り換える切換装置を備えている。

【0166】さらに、オゾン除去フィルタを、すべての空調制御装置が内蔵している場合について説明したが、各ユニット内に微量に含まれる酸素と、露光光との反応によってオゾンが発生するのであれば、オゾン除去フィルタを第1、第2、第3の空調制御装置162、164、166に内蔵させるだけで良い。

【0167】なお、各空調制御装置の詳細については、後述する。

【0168】前記第1の空調制御装置162には、第1、第2給気ポート及び第1、第2排気ポートが設けられている。この内、第1給気ポートは配管171を介して中純度のヘリウムガスを収容した不図示の第1のヘリウムガスポンプに接続され、第1排気ポートは配管172を介して第1の切り換え器173の第1給気ポートに接続されている。また、第2給気ポートは、配管174を介して第2の切り換え器175の第1排気ポートに接続され、第2排気ポートは、配管176を介して第3の空調制御装置166の第1給気ポートに接続されている。

【0169】前記第1の切り換え器173は、上記第1給気ポートの他、第2給気ポート及び排気ポートを有する。その第2給気ポートには配管177を介して第4の空調制御装置168の排気ポートが接続され、排気ポートには、配管178の一端が接続されている。この配管178の他端は、空調風量制御器179の給気ポートに接続され、この空調風量制御器179の第1、第2排気ポートは、配管180、181をそれぞれ介してレチク

ルスステージ系ユニット154の第1給気口、ウエハステージ系ユニット152の第1給気口にそれぞれ接続されている。

【0170】これらレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152の排気口は、配管182、183をそれぞれ介して空調風量制御器184の第1、第2給気ポートにそれぞれ接続されている。この空調風量制御器184の排気ポートは、配管185を介して前述した第2の切り換え器175の給気ポートに接続されている。また、第2の切り換え器175の第2排気ポートは、配管186を介して第4の空調制御装置168の第1給気ポートに接続されている。また、この第4の空調制御装置168は、第1給気ポートの他に第2給気ポートを有し、該第2給気ポートは、一端がチャンバ151外の大気中に開放された配管187の他端に接続されている。

【0171】前記第2の空調制御装置164には、第1、第2給気ポート及び第1、第2排気ポートが設けられている。この内、第1給気ポートは配管188を介して高純度のヘリウムガスを収容した不図示の第2のヘリウムガスボンベに接続され、第1排気ポートは配管189を介して第3の切り換え器190の第1給気ポートに接続されている。また、第2給気ポートは、配管191を介して第4の切り換え器192の第1排気ポートに接続され、第2排気ポートは、配管193を介して第3の空調制御装置166の第2給気ポートに接続されている。

【0172】前記第3の切り換え器190は、上記第1給気ポートの他、第2給気ポート、第1排気ポート及び第2排気ポートを有する。その第2給気ポートは配管194を介して第5の空調制御装置170の排気ポートに接続されている。また、第3の切り換え器190の第1排気ポートは、配管195を介して照明系ユニット158の給気口に接続され、第2排気ポートは、配管196を介して空調風量制御器197の給気ポートに接続されている。この空調風量制御器197の第1排気ポートは、配管198を介してレチクルステージ系ユニット154の第2給気口に接続され、第2排気ポートは、配管199を介して空調風量制御器200の給気ポートに接続されている。この空調風量制御器200の第1、第2排気ポートは、配管201、202をそれぞれ介して投影光学系ユニット156の給気口、ウエハステージ系ユニット152の第2給気口にそれぞれ接続されている。

【0173】前記照明系ユニット158、投影光学系ユニット156の排気口は、配管203、204をそれぞれ介して空調風量制御器205の第1、第2給気ポートにそれぞれ接続されている。この空調風量制御器205の排気ポートは、配管206を介して前述した第4の切り換え器192の給気ポートに接続されている。また、第4の切り換え器192の第2排気ポートは、配管20

7を介して第5の空調制御装置170の第1給気ポートに接続されている。この第5の空調制御装置170は、第1給気ポートの他に第2給気ポートを有し、該第2給気ポートは、一端がチャンバ151外の大気中に開放された配管208の他端に接続されている。

【0174】前記照明系ユニット158、レチクルステージ系ユニット154、投影光学系ユニット156、及びウエハステージ系ユニット152の内部には、それぞれの排気口近傍に、第1の濃度センサ210A、210B、210C、210Dがそれぞれ配設されている。これらの濃度センサ210A、210B、210C、210Dは、前述した吸収性ガスの濃度を測定する不純物濃度センサ、酸素センサ及びオゾンセンサをそれぞれ含む。これらの濃度センサ210A、210B、210C、210Dの計測値は、前述した主制御装置80に供給されており、主制御装置80では、これらの濃度センサの計測値に基づいて各空調ユニット内の空調に用いられる気体中のヘリウムガスの濃度を監視する。具体的には、主制御装置80では、露光装置の通常運転中は、それぞれの第1の濃度センサを構成する不純物濃度センサ、オゾンセンサの少なくとも一方の検出値が、それぞれの空調ユニット毎に定められた不純物濃度の第1のしきい値、オゾン濃度の第2のしきい値を超えるか否かを監視する。そして、濃度センサ210A、210B、210C、210Dの計測値に基づき、いずれかの空調ユニット内の不純物濃度又はオゾン濃度が上記第1のしきい値を超えたことを検出したときに、その濃度センサに対応するユニット内の空調に用いられた気体中のヘリウムガスの濃度が、各空調ユニット毎に予め定めた所定の値以下に低下したことを検知する。主制御装置80では、メンテナンス時にそれぞれの第1の濃度センサに含まれる酸素センサの検出値が、通常の空気の濃度程度になるか否かを監視する。

【0175】本実施形態では、濃度センサが各空調ユニット内にそれぞれ配置される構成としたが、一つの濃度センサに対して各空調ユニットから選択的にガスを供給して計測するようにしてもよい。すなわち、一つの濃度センサに対して各空調ユニットと接続する配管をそれぞれ設け、配管と一つの濃度センサとの間に流路切換弁を設ければ良い。

【0176】この一方、後述するガス置換中には、主制御装置80では、それぞれの濃度センサで検出される不純物濃度及びオゾン濃度が、それぞれの空調ユニット毎に定められた不純物濃度の第2のしきい値、オゾン濃度の第2のしきい値以下になるか否かを監視し、不純物濃度及びオゾン濃度がともに第2のしきい値以下になったとき、ガス置換が終了したことを検知するようになっている。

【0177】この他、本実施形態では、図10に示されるように、チャンバ151の天井部に設けられた給気口

に、配管211を介して第3の空調制御装置166の第1排気ポートが接続され、チャンバ151の底部近傍に設けられた排気口に、配管212を介して第3の空調制御装置166の第3給気ポートが接続されている。さらに、第3の空調制御装置166の第2排気ポートには、配管213を介して貯蓄機構としてのガス貯蓄機構214が接続され、第3の空調制御装置166の第4給気ポートは、一端がチャンバ151外の大気中に開放された配管216の他端に接続されている。

【0178】また、チャンバ151の排気口の近傍には、酸素センサ及びオゾンセンサを含む第2の濃度センサ215が配設されている。この第2の濃度センサ215の計測値は、前述した主制御装置80に供給されており、主制御装置80では、この第2の濃度センサ215の計測値に基づいてチャンバ151内の空調に用いられる気体中のヘリウムガスの濃度を監視する。すなわち、主制御装置80では、第2の濃度センサ215を構成する不純物濃度センサ、オゾンセンサの少なくとも一方の検出値が、予め定められた不純物濃度のしきい値、オゾン濃度のしきい値を超えるか否かを監視する。そして、不純物濃度又はオゾン濃度がそのしきい値を超えたことを検出したときに、チャンバ内の空調に用いられた気体中のヘリウムガスの濃度が、予め定めた所定の値以下に低下したことを検知する。

【0179】ここで、第1の空調制御装置162、第2の空調制御装置164、第3の空調制御装置166を中心として構成された上述の空調系による各空調ユニット及びチャンバ151内の空調動作について説明する。なお、以下に説明する各部の動作は、主制御装置80の管理の下に行われる。

【0180】まず、通常の装置運転時（以下、適宜「通常状態」と呼ぶ）、すなわちメンテナンス時等以外の動作について説明する。

【0181】第1の空調制御装置162から供給される中純度のヘリウムガスを用いた空調は次のようにして行われる。

【0182】前記第3の空調制御装置166は、通常状態で、第1排気ポート及び第3給気ポートが「開」、その他のポートが「閉」となっている。また、前記第2の切り換え器175は、通常状態で、給気ポート及び第1排気ポートが「開」、第2排気ポートが「閉」になっている。

【0183】前記第1の空調制御装置162は、通常状態で、第1給気ポート及び第2排気ポートが「閉」、第2給気ポート及び第1排気ポートが「開」となっており、配管174及び第2の切り換え器175を介してレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152側から戻される第1の気体（中純度のヘリウムガス）の温度及び流量を調整して配管172を介して第1の切り換え器173に供給する。

【0184】第1の切り換え器173は、通常状態で、第1給気ポート及び排気ポートが「開」、第2給気ポートが「閉」となっており、配管172を介して第1の空調制御装置162から送り込まれる中純度のヘリウムガスを配管178を介して空調風量制御器179に供給する。

【0185】空調風量制御器179は、通常状態で、給気ポート及び第1、第2の排気ポートの全てが「開」となっており、配管178を介して送り込まれた中純度のヘリウムガスの温度及び流量（風量）の調整を行って、配管180、181をそれぞれ介してレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152に向けて吹き出す。そして、レチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内を流通した中純度のヘリウムガスは、配管182、183をそれぞれ介して空調風量制御器184に送られる。そして、この空調風量制御器184から吹き出された中純度のヘリウムガスは、配管185、第2の切り換え器175及び配管174を介して第1の空調制御装置162に戻される。すなわち、このようにして、第1の空調制御装置162から供給された中純度のヘリウムガスが循環され、レチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内部の空調が行われる。

【0186】この循環中に中純度のヘリウムガスが減少した場合には、第1の空調制御装置162ではその減少による不足分を不図示のヘリウムガスボンベより補う、すなわち不足分についてバージを行うようになっている。

【0187】また、上記の中純度のヘリウムガスの循環中に、前述の如く、主制御装置80により、濃度センサ210B、210Dの計測値に基づいてレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内の空調に用いられた気体中のヘリウムガス濃度が監視されており、主制御装置80はその濃度が予め定めた所定の値以下に低下したことを検知すると、第1の空調制御装置162及び第3の空調制御装置166に対してその旨を通知する。

【0188】上記の通知により、第3の制御装置166はその第1給気ポートを開く。また、第1の空調制御装置162では、上記の通知により不図示の方向切り換え弁を切り換えて配管174を配管176に連通する排気経路をその内部に形成すると同時に、第2排気ポートを開き、第2の切り換え器175から配管174を介して戻されるレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内の空調に用いられた気体（中純度のヘリウムガス）を第3の空調制御装置166に対して送る。これと同時に、第1の空調制御装置162では、第1給気ポートを開いて不図示のガスボンベから新たな中純度のヘリウムガスを取り込み、これを第1の切り換え器173及び空調風量制御器179を介してレチ

クルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内に新たな空調用の気体として供給する。

【0189】すなわち、このようにして、第1の空調制御装置162により、レチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内のガス置換が開始される。そして、このガス置換中、主制御装置80により濃度センサ210B、210Dを用いてレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内の気体中の不純物濃度、オゾン濃度が監視される。そして、前述の如くしてガス置換が完了したことを検知すると、主制御装置80ではその旨を第1の空調制御装置162、第3の空調制御装置166に通知する。

【0190】上記のガス置換完了の通知により、第3の空調制御装置166はその第1給気ポートを閉じる。また、第1の空調制御装置162では、上記ガス置換完了の通知により不図示の方向切り換え弁を切り換えて配管174を配管172に連通する循環経路をその内部に形成すると同時に、第1給気ポートを閉じて新たなヘリウムガスの供給を停止する。

【0191】第2の空調制御装置164から供給される高純度のヘリウムガスを用いた空調は次のようにして行われる。

【0192】前述の如く、前記第3の空調制御装置166は、通常状態で、第1排気ポート及び第3給気ポートが「開」、その他のポートが「閉」となっている。また、前記第4の切り換え器192は、通常状態で、給気ポート及び第1排気ポートが「開」、第2排気ポートが「閉」になっている。

【0193】前記第2の空調制御装置164は、通常状態で、第1給気ポート及び第2排気ポートが「閉」、第2給気ポート及び第1排気ポートが「開」となっており、配管191及び第4の切り換え器192を介して照明系ユニット158、投影光学系ユニット156側から戻される第2の気体（高純度のヘリウムガス）の温度及び流量を調整して配管189を介して第3の切り換え器190に供給する。

【0194】第3の切り換え器190は、通常状態で、第1給気ポート、第1排気ポート及び第2排気ポートが「開」、第2給気ポートが「閉」となっており、配管189を介して第2の空調制御装置164から送り込まれる高純度のヘリウムガスを配管195を介して照明系ユニット158内に吹き出すとともに、配管196を介して空調風量制御器197に供給する。

【0195】空調風量制御器197は、通常状態で、給気ポート及び第2の排気ポートが「開」、第1排気ポートが「閉」となっており、配管196を介して供給された高純度のヘリウムガスの温度及び流量（風量）の調整を行って、配管199を介して空調風量制御器200に供給する。この空調風量制御器200は、通常状態で給気ポート及び第1排気ポートが「開」、第2排気ポート

が「閉」となっており、配管199を介して供給された高純度のヘリウムガスの温度及び流量（風量）の調整を行って配管201を介して投影光学系ユニット156内に吹き出す。

【0196】前記の如くして、照明系ユニット158、投影光学系ユニット156に供給され、これらのユニット内を流通した高純度のヘリウムガスは、配管203、204をそれぞれ介して空調風量制御器205に送られる。そして、この空調風量制御器205から吹き出された高純度のヘリウムガスは、配管206、第4の切り換え器192及び配管191を介して第2の空調制御装置164に戻される。すなわち、このようにして、第2の空調制御装置164から供給された高純度のヘリウムガスが循環され、照明系ユニット158、投影光学系ユニット156内部の空調が行われる。

【0197】ところで、前述した露光時には、主制御装置80からの指令に応じて空調風量制御器197の第1排気ポート、空調風量制御器200の第2排気ポートが「開」となり、空調風量制御器197、空調風量制御器200から配管198、202をそれぞれ介して高純度のヘリウムガスがレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内にも吹き出される。すなわち、中純度のヘリウムガスで満たされたユニット内に高純度のヘリウムガスが供給されることになる。この吹き出された高純度のヘリウムガスは、レチクルステージ系ユニット154内では、レチクル干渉計74の干渉計光路の部分空調や投影光学系PLの上端部のレンズの曇りを防止するために用いられ、ウエハステージ系ユニット152内では、ウエハ干渉計146の干渉計光路の部分空調、フォーカスセンサAFの検出光束の光路の部分空調及び投影光学系PLの下端部のレンズの曇りを防止するために用いられる。かかる意味では、レチクルステージ系ユニット154内やウエハステージ系ユニット152内に、上記各部の部分空調を効果的に行うために、高純度のヘリウムガスを上記各部に確実に導く通路を形成し、この通路内に高純度のヘリウムガスが供給されるようにしても良い。この通路は、例えば、いわゆるエアカーテン（窒素ガスやヘリウムガス等を用いたもの）や筒状部材によって形成することができる。

【0198】本実施形態では、上述のようにしてレチクルステージ系ユニット154内、ウエハステージ系ユニット152内の部分空調が行われる結果、レチクル干渉計74、ウエハ干渉計146、フォーカスセンサAFそれぞれの計測精度を向上することができるとともに、投影光学系PLの曇りを抑制して透過率の低下を抑制することができる。

【0199】上記の循環中に高純度のヘリウムガスが減少した場合には、第2の空調制御装置164ではその減少による不足分を不図示のヘリウムガスボンベより補う、すなわち不足分についてパージを行うようになって



いる。

【0200】また、上記の高純度のヘリウムガスの循環中に、前述の如く、主制御装置80により、濃度センサ210A、210Cの計測値に基づいて照明ユニット158、投影光学系ユニット156内の空調に用いられた気体中のヘリウムガス濃度が監視されており、主制御装置80はその濃度が予め定めた所定の値以下に低下したことを検知すると、第2の空調制御装置164及び第3の空調制御装置166に対してその旨を通知する。

【0201】上記の通知により、第3の制御装置166はその第2給気ポートを開く。また、第2の空調制御装置164では、上記の通知により不図示の方向切り換え弁を切り換えて配管191を配管193に連通する排気経路をその内部に形成すると同時に、第2排気ポートを開き、第4の切り換え器192から配管191を介して戻される照明系ユニット158、投影光学系ユニット156内の空調に用いられた気体（高純度のヘリウムガス）を第3の空調制御装置166に対して送る。これと同時に、第2の空調制御装置164では、第1給気ポートを開いて不図示のガスボンベから新たな高純度のヘリウムガスを取り込み、これを前述と同様にして照明系ユニット158、投影光学系ユニット156内に新たな空調用の気体として供給する。

【0202】すなわち、このようにして、第2の空調制御装置164により、照明系ユニット158、投影光学系ユニット156内のガス置換が開始される。そして、このガス置換中、主制御装置80により濃度センサ210A、210Cを用いて照明系ユニット158、投影光学系ユニット156内の気体中の不純物濃度、オゾン濃度が監視される。そして、前述の如くしてガス置換が完了したことを検知すると、主制御装置80ではその旨を第2の空調制御装置164、第3の空調制御装置166に通知する。

【0203】上記のガス置換完了の通知により、第3の空調制御装置166はその第2給気ポートを閉じる。また、第2の空調制御装置164では、上記ガス置換完了の通知により不図示の方向切り換え弁を切り換えて配管191を配管189に連通する循環経路をその内部に形成すると同時に、第1給気ポートを閉じて新たなヘリウムガスの供給を停止する。

【0204】なお、上述した中純度のヘリウムガスを用いた空調と高純度のヘリウムガスを用いた空調は同時並行的に行われるが、上の説明では、説明の便宜上から分けて説明したものである。

【0205】第3の空調制御装置166によるチャンバ151内の全体空調は、次のようにして行われる。

【0206】チャンバ151内には、初期状態で、前述した中純度のヘリウムガスよりも更にヘリウムガスの濃度の低い気体（低純度のヘリウムガス）が収容されているものとする。

【0207】第3の空調制御装置166は、通常状態で、第1排気ポート及び第3給気ポートが「開」、その他のポートが「閉」となっており、チャンバ151、配管212、211内部に存在する気体（低純度のヘリウムガス）の温度、流量を調整しながら循環させてチャンバ151内の全体空調を行っている。そして、前述の如くして、第1の空調制御装置162又は第2の空調制御装置164からそれぞれ所定値以下にヘリウムガスの濃度が低下した中純度のヘリウムガス、高純度のヘリウムガスが供給されると、これらのヘリウムガスを含む気体を循環させてチャンバ151内の全体空調を行う。

【0208】また、上記のヘリウムガスを含む気体の循環によるチャンバ151内の全体空調が行われているとき、前述の如く、主制御装置80により、濃度センサ215の計測値に基づいてチャンバ151内の全体空調に用いられた気体中のヘリウムガス濃度が監視されており、主制御装置80はその濃度が予め定めた所定の値以下に低下したことを検知すると、例えば第1の空調制御装置162及び第3の空調制御装置166に対してその旨を通知する。

【0209】この通知により、第3の空調制御装置166では第2排気ポートを開き、配管212を介して戻されるそのヘリウムガス濃度が低下した気体（以下、「劣化ヘリウムガス」と呼ぶ）をリサイクル用ガスとしてガス貯蓄機構214に排出する。第1の空調制御装置162では、上記の通知により、それまで空調に使用していた中純度のヘリウムガスを第3の空調制御装置166に対して前述の如くして供給すると同時に、不足分のヘリウムガスを補うべく、不図示の第1のヘリウムガスタンクから新たな中純度のヘリウムガスを取り込む。なお、第1の空調制御装置162及び第2の空調制御装置164は、不図示のヘリウムガスボンベから供給されるヘリウムについても、エアフィルタ、ケミカルフィルタ、オゾン除去フィルタ、不純物除去フィルタを通過させている。このため、不図示のヘリウムボンベと第1、第2の空調制御装置162、164との間の配管自身からの脱ガスや、ガスリークなどのトラブルにより混入する吸収性ガスを除去することができる。

【0210】次に、メンテナンス時の空調動作について説明する。

【0211】メンテナンス時には、チャンバ151は勿論、投影光学系ユニット156以外の空調ユニットは作業によってケーシングが開かれる可能性があるため、作業者がヘリウムガスを含む気体を吸い込む等の事態の発生を事前に防止するため、次のような対策がとられている。

【0212】メンテナンス時等には、第1の空調制御装置162では、主制御装置80からの指令に基づき、第2の切り換え器175の第1排気ポートを閉じると同時に第2排気ポートを開く。また、これと同時に、第1の

空調制御装置162では、第1の切り換え器173の第1給気ポートを閉じ、第2給気ポートを開く。第4の空調制御装置168では、配管187を介して露光装置が設置されるクリーンルーム内の空気を取り込み、その取り込んだ空気をエアフィルタ、ケミカルフィルタ、オゾン除去フィルタを通過させて、取り込んだ空気中の塵埃、有機物、オゾン除去して清浄化し、清浄化された後の空気の温度、流量を調整して配管177を介して第1の切り換え器173に供給する。そして、この清浄化された空気が第1の切り換え器173から空調風量制御器179を介してレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152に供給され、これらの空調ユニット内の中純度ヘリウムガスを清浄化された空気に置換するガス置換が開始される。

【0213】同様に、第2の空調制御装置164では、主制御装置80からの指令に基づき、第4の切り換え器192の第1排気ポートを閉じると同時に第2排気ポートを開く。また、これと同時に、第2の空調制御装置164では、第3の切り換え器190の第1給気ポート及び第2排気ポートを閉じ、第2給気ポートを開くとともに、空調風量制御器205の第2給気ポートを閉じる。第5の空調制御装置170では、配管208を介して空気を取り込み、その取り込んだ空気をエアフィルタ、ケミカルフィルタ、オゾン除去フィルタを通過させて、取り込んだ空気中の塵埃、有機物、オゾン除去して清浄化し、清浄化された後の空気の温度、流量を調整して配管194を介して第3の切り換え器190に供給する。そして、この清浄化された後の空気が第3の切り換え器190から照明系ユニット158内に供給され、該照明系ユニット158内の高純度ヘリウムガスを清浄化された後の空気に置換するガス置換が開始される。

【0214】ここで、第3の切り換え器190の第2排気ポート及び空調風量制御器205の第2給気ポートを閉じるのは、投影光学系ユニット156内に高純度のヘリウムガスを閉じ込めておくためである。これは、投影光学系PLは特にメンテナンスを行う必要がなく、また、内部の高純度ヘリウムガスを空気で置換すると投影光学系PLを構成するレンズ等の曇りの要因になるためである。かかる点からは、投影光学系ユニット156内に他の空調ユニットと独立して高純度ヘリウムガスを常時供給する空調経路を別に設けても良い。

【0215】また、第3の空調制御装置166では、主制御装置80からの指令に基づき、第4給気ポートを開いて配管216を介して空気を取り込み、その取り込んだ空気をエアフィルタ、ケミカルフィルタ、オゾン除去フィルタを通過させて、取り込んだ空気中の塵埃、有機物、オゾン除去して清浄化し、清浄化された後の空気の温度、流量を調整して配管211を介してチャンバ151内に供給するとともに、第2排気ポートを開いて配管212を介して戻って来た気体を配管213を介して

ガス貯蓄機構214に対して排出する。これにより、チャンバ151内の空調に用いられていたヘリウムガスを含む気体を空気に置換するガス置換が開始される。

【0216】上記のレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152、照明系ユニット158、及びチャンバ151内のガス置換は、ほぼ同時に開始されるが、主制御装置80では、不図示のタイマを用いてガス置換の開始からの経過時間を計り、所定時間が経過してそれぞれのガス置換が完了するまでは、作業開始可の表示を行わないか、又はチャンバ151のカバーを閉じた状態でロックしておくようになっている。なお、主制御装置80では、上記のタイマによる経過時間の計時に代えて、濃度センサ210A、210B、210D、215で計測される不純物濃度が通常の空気の濃度程度になるまで作業開始可の表示を行わないか、又はチャンバ151のカバーを閉じた状態でロックしておくようにしても良い。

【0217】本実施形態の露光装置では、上述したガス置換により、投影光学系ユニット156以外の空調ユニットに供給されている気体は清浄化された後の空気であり、有機物、塵埃が露光光の光路中に配置される光学素子表面に付着することがなく、しかも投影光学系ユニット156内には、露光用照明光の吸収率が殆ど無視できる高純度のヘリウムガスが充填された状態となっているので、メンテナンス終了後から、露光動作に移行する場合には、投影光学系ユニット以外の空調ユニットにヘリウムガスを供給するだけとなり、迅速に露光を開始することができる。

【0218】例えば、メンテナンス終了後に、レンズ表面に付着した有機物などを除去するための光洗浄動作を省略することができる。

【0219】ところで、本実施形態の露光装置10は、図1からも容易に想像されるように、脚30A～30C、支柱34A～34D等の柱部材を多く備えているので、前記耐圧シート160A～160D等を用いて隣接する空調ユニット間等を区画するために、それらの耐圧シートの取付け方法についても工夫をしている。

【0220】図11には、一例として、レチクルステージ系ユニット154と投影光学系ユニット156とを区画する耐圧シート160Bの脚30A～30C（但し、紙面奥側の脚30Cは図示せず）に対する取付け構造が一部断面して示されている。

【0221】この図11に示されるように、脚30A、30B等の耐圧シート取付け部は、断面円形状（あるいは楕円形状）となるように形成された小径部30A'、30B'等とされている。そして、これらの小径部30A'、30B'の外周部に2つのC字状のスペーサ220A、220Bが互い違いになるように左右から嵌め込まれており、これらのスペーサ220A、220Bの外側に耐圧シート160Bを挟み込むように、スペーサ2

20A、220Bのそれぞれと同一方向から、図12に拡大して示されるような取付け金具222が互い違いになるようにそれぞれ挿入されている。そして、それぞれの取付け金具222の一方の突出部222aに形成された穴224を介してスクリュ226を挿入し、他方の突出部222bに形成されたねじ穴228にスクリュ226を螺合して締め付けることで、耐圧シート160Bが脚30A、30B等に固定されている。すなわち、本実施形態では、取付け金具222とスクリュ226とによって、解除可能な締結機構が構成されている。

【0222】この場合、スペーサ220A、220Bの外周面、及び取付け金具222の内周面はともに所定の表面あらさ以下に抑えられている。また、前述の如く、耐圧シート160Bの表裏面はケミカルクリーンなシートによって形成されている。このため、上記の如く、ねじを締め付けて耐圧シートを固定しても、耐圧シート160Bとスペーサ、取付け金具との接触面部分から脱ガスが殆ど生じず、耐圧シート160Bを脚に固定することによるガス汚染を防止することができる。

【0223】また、C字状のスペーサ220Aとスペーサ220Bとは、図11に示されるように、それぞれの開放端の近傍が相互に密着しているため、ガス漏れをほぼ確実に防止できるようになっている。

【0224】耐圧シート160Bのその他の柱部材（例えば支柱34A～34D）に対する固定は上記と同様に行われている。なお、締結機構を、照明系ハウジング、投影光学系の物体面側、像面側に用いる場合は、照明系ハウジング、及び投影光学系の物体面側、像面側の大きさに対応するC字状のスペーサ、及び取付け金具を用意すれば良い。

【0225】本実施形態では、耐圧シート160Bは、図1の本体コラム（第1ユニット）12の一部を構成する脚30A～30Cと、第2ユニット14の一部を構成する支柱34A～34Dとの両者に上述の如くして固定される。また、耐圧シート160Bは、投影光学系PLの物体面側に、脚30A～30C及び支柱34A～34Dに対する取り付け方法と同様に取り付けられるので、第2ユニット14側で発生した振動が、耐圧シート160Bを介して本体コラム12及び投影光学系PL側に伝達するおそれがある。かかる点を考慮して、耐圧シート160Bに所定量の撓みを持たせている。このため、耐圧シート160Bが、本体コラム12と第2ユニット14との間に生じる相対的な位置変化に応じて変形し、それらの相対的な位置変化を妨げず、第2ユニット14側で発生した振動が、耐圧シート160Bを介して本体コラム12側及び投影光学系PL側に伝達する事態が生じるのを効果的に防止できるようになっている。なお、投影光学系PLと脚30A～30Cとの間の部分で耐圧シート160Bに撓みを持たせても良い。

【0226】また、投影光学系PLの像面側、及び照明

ハウジングに対しても耐圧シートが同様に取り付けられている。

【0227】また、スクリュ226を緩めて、取付け金具222を取り外すことにより、耐圧シート160Bを簡単に取り外すことができるので、空調ユニット間の仕切り部材が固着される場合に比べてメンテナンス時の作業性を向上させることができる。

【0228】その他の耐圧シート160A、160C、160Dの柱部材に対する取付けも上記と同様にして行われており、同様の効果を奏している。

【0229】以上詳細に説明した本実施形態の露光装置によると、以下のような様々の効果を得ることができる。

【0230】光学系が含まれる投影光学系ユニット156、照明系ユニット158内では、照明光束が通過する気体部分が多く、照明光の吸収を極力抑制してかつケミカルクリーンな空調を行う必要がある一方、ステージ系が含まれるウエハステージ系ユニット152、レチクルステージ系ユニット154では、照明光が通過する距離が短くその部分の気体による照明光吸収は小さいので、ステージの位置を計測する干渉計の計測精度を悪化させない程度のケミカルクリーン度があれば足りる。但し、ウエハステージ系ユニット152、レチクルステージ系ユニット154内ではウエハ、レチクルに塵が付着するのを防止するため、ある程度の流量の気体を流す必要がある。このようにウエハステージ系ユニット152、レチクルステージ系ユニット154と投影光学系ユニット156、照明系ユニット158とで空調に要求される性能が異なる。

【0231】しかるに、本実施形態の露光装置では、前述の如く、第1の空調制御装置162により、ウエハステージ系ユニット152、レチクルステージ系ユニット154内に空調用の第1の気体としての高純度のヘリウムガスを供給して空調が行われ、第2の空調制御装置164により、投影光学系ユニット156、照明系ユニット158内に空調用の第2の気体としての高純度のヘリウムガスを供給して空調が行われているので、結果的に、第1の空調制御装置162と第2の空調制御装置164とで、それぞれに要求される性能に応じた空調用の気体を用いて、流量や汚染を独立して管理することができる。従って、各々理想的な制御を独立して行うことが可能になり、光学系の透過率劣化や塵付着を防止することが可能となっている。

【0232】ここで、第2の気体として高純度のヘリウムガスを用い、第1の気体としてそれより純度の低いヘリウムガスを用いるのは、第2の気体は、照明光学系OP及び投影光学系PL等の光学系内空間に供給されるものであるから、空調により汚染度が悪化するのを防止するために純度の高い不活性ガスを用いる必要がある一方、メンテナンス頻度や、レチクル、ウエハの交換頻度

が高いステージ部ではケミカルフィルタを用いて汚染を無くす必要はあるが、そこに供給される第1の気体は、前述した干渉計計測精度を悪化させないレベルの純度があれば、それ以上高純度である必要は少ないためである。

【0233】また、本実施形態の露光装置では、空調ユニット152、154、156、158の内の任意の空調ユニット内の空調に用いられた気体中のヘリウムガスの濃度がそれぞれのしきい値以下に低下すると、その濃度の低下が、主制御装置80により第1の濃度センサ210A~210Dの出力に基づいて検出される。そして、その濃度の低下が検出された任意の空調ユニットに対応する空調制御装置(第1の空調制御装置162、第2の空調制御装置164のいずれか)によってその任意の空調ユニット内に新しい空調用の気体が供給されるとともに、その任意の空調ユニット内の空調に用いられた気体がチャンバ151内の全体空調用として第3の空調制御装置166に対して排出される。そして、第3の空調制御装置166によって、その任意の空調ユニットの空調に用いられた気体を用いてチャンバ151内の全体空調が行われる。このため、空調ユニット152、154、156、158内を陽圧にしなくても、それらの空調ユニット内に僅かに入り込むガスもヘリウムガスであることから、その全体空調を $N_2$ やドライエアで行う場合に比較して、空調ユニット152、154、156、158内の空調に用いられたヘリウムガスの純度が劣化する速度を極めて遅くすることができる。すなわち、本実施形態では、ヘリウムガスが充填された空間を2重構造にて構成することができ、これによりヘリウムガスの供給量も少なく抑えることが可能となる。

【0234】また、本実施形態では、空調ユニット152、154、156、158内での使用によりヘリウムガスの純度が低下した気体がチャンバ151内に送られ、そのチャンバ151内の空調を行うことによりその気体中のヘリウムガスの純度が所定濃度以下まで低下すると、その純度の低下が主制御装置80により第2の濃度センサ215の出力に基づいて検出される。すると、第3の空調制御装置166により、チャンバ151内の空調に用いられた気体がガス貯蓄機構214に排出される。このように、純度が低下した使用済みの空調用の気体が外部に排出されることなく、ガス貯蓄機構214に貯蓄されるので、環境の汚染を防止できるとともに、作業者がそれを吸引したりすることを防止することができる。また、ガス貯蓄機構214に貯蓄された気体はリサイクルされるのでコストダウンにもつながる。

【0235】また、第1の濃度センサ210A~210Dが不純物濃度センサ及びオゾンセンサをそれぞれ含むので、これらのセンサの計測値の少なくとも一方が、所定の許容量を超えたことにより、主制御装置80では空調ユニット152、154、156、158内の気体中

のヘリウムガスの濃度が所定濃度値以下に低下したことを検出できる。また、第2の濃度センサ215が不純物濃度センサ及びオゾンセンサを含むので、これらのセンサの計測値の少なくとも一方が、所定の許容量を超えたことにより、主制御装置80ではチャンバ151内の気体中のヘリウムガスの濃度が所定濃度値以下に低下したことを検出できる。

【0236】また、本実施形態では、隣接する空調ユニット間、具体的には、照明系ユニット158とレチクルステージ系ユニット154との間、レチクルステージ系ユニット154と投影光学系ユニット156との間、及び投影光学系ユニット156とウエハステージ系ユニット152との間が、耐圧シート本体とその周囲を覆うケミカルクリーンなシートとから成る2重構造(3層構造)の耐圧シート160A、160B、160Cにてそれぞれ区画されているので、各空調ユニット内のケミカルクリーン度の低下を抑制することができるとともに、各空調ユニット内の気体を各々独立して空気(大気)と置換することができるので極めてメンテナンス時の作業性が良くなる。

【0237】また、本実施形態の露光装置では、レチクルステージRST、ウエハステージWSTをそれぞれ移動可能に支持するレチクルベース定盤32、ウエハベース定盤28を含む本体コラム12が3つの防振ユニット18A~18Cに支持され、この本体コラム12とは振動に関して独立した第2ユニット14を構成する支柱34A~34DによってレチクルステージRSTの駆動装置82及びウエハステージWSTの駆動装置84が支持されている。また、レチクルステージRSTの駆動装置82を構成するXY方向微小駆動用レチクルフレーム48とレチクルステージRSTとが、レチクルステージRSTの移動面内方向(X、Y及び $\theta_z$ 方向)の剛性が移動面に直交する方向(Z、 $\theta_x$ 及び $\theta_y$ 方向)の剛性に比べて高い板ばね46によって連結されるとともに、ウエハステージWSTの駆動装置84を構成するXY方向移動ユニット94とXYステージ120とが、XYステージ120の移動面内方向(X、Y及び $\theta_z$ 方向)の剛性が移動面に直交する方向(Z、 $\theta_x$ 及び $\theta_y$ 方向)の剛性に比べて高い板ばね118によって連結されている。

【0238】このため、例えばレチクルステージRSTの駆動時にその駆動装置82を支持する支柱34A~34Dに作用する反力が、レチクルベース定盤32に殆ど伝達されることがなく、同様に、ウエハステージWSTの駆動時にその駆動装置84を支持する支柱34A~34Dに作用する反力が、ウエハベース定盤28に殆ど伝達されることがないので、それらのレチクルベース定盤32及びウエハベース定盤28を含む本体コラム12を振動させたり、歪ませたりすることが殆どない。

【0239】また、上記の板ばね46、118は、それ

それぞれのステージ移動面内方向の剛性が高いため、それぞれの駆動装置によりそれらの板ばねを介してそれぞれのステージを容易に駆動することができる。また、レチクルステージRSTとその駆動装置S2、ウエハステージWSTとその駆動装置S4とを、それぞれ分離していることから、それぞれのステージの小型・軽量化が可能であり、それぞれのステージ移動に伴いレチクルベース定盤32、ウエハベース定盤28に作用する偏荷重を軽減することができる。

【0240】また、上記の板ばね46、118は、それぞれのステージの移動面に直交する方向の剛性が低いため、仮に、ステージの駆動に伴う偏荷重等何らかの要因により、ウエハベース定盤28、レチクルベース定盤32がベースプレートBPに対して傾いた場合、ウエハステージWST、レチクルステージRSTはこれに追従して傾くが、この際に板ばね118、46がウエハステージWST、レチクルステージRSTの姿勢の変化を許容するように変形し、結果的に各ステージに板ばねにより連結された駆動装置の構成部分(XY方向移動ユニット94、XY方向微小駆動用レチクルフレーム48)は元の姿勢を維持したままとなる。従って、本実施形態では、吊り下げタイプのウエハベース定盤を採用し、各ステージとそれぞれの駆動装置とを分離した構成を採用しているにもかかわらず、駆動装置のガイドがかかる等の不都合の発生を防止することができ、防振性、ステージの位置制御性に優れたものとなっている。特にウエハステージWST側は、結果的にフォーカス・レベリング制御も容易になっている。

【0241】また、本実施形態では、ウエハステージWST、レチクルステージRSTの駆動により、第2ユニット14に作用する反力をキャンセルするためのカウンタフォースを、第2ユニット14(具体的には、支柱34A~34D)に与える反力キャンセル用アクチュエータ122A~122D及び123A~123Dを備え、これらのアクチュエータを主制御装置80がフィードフォワード制御しているので、本体コラム12のみならず、第2ユニット14についても振動の抑制が可能となり、しかも反力キャンセル用アクチュエータによりカウンタフォースが時間遅れなく第2ユニット14に与えられるので、第2ユニット14に前記反力が生じるとほぼ同時にその反力をほぼキャンセルすることができる。

【0242】また、照明系ユニット158とレチクルステージ系ユニット154との間、レチクルステージ系ユニット154と投影光学系ユニット156との間、及び投影光学系ユニット156とウエハステージ系ユニット152との間を区画する耐圧シート160A、160B、160C等が、上記本体コラム12、第2ユニット14間に生じる相対的な位置変化に応じて伸縮するので、それらの耐圧シート160A、160B、160C等は本体コラム12、第2ユニット14間に生じる相対

的な位置変化を妨げず、従って本体コラム12、第2ユニット14間で振動を伝えることがない。従って、ウエハステージWST及びレチクルステージRSTの駆動装置を支持する第2ユニット14側の振動が投影光学系PL等を支持する本体コラム12側の振動要因となるのを防止できるとともに、耐圧シート160A、160B、160Cにより上記各空調ユニット間を区画することができる。

【0243】また、本実施形態の露光装置では、例えば、前述した通常運転中に、主制御装置80により、濃度センサ210B、210Dの計測値に基づいてレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内の空調に用いられた気体中のヘリウムガス濃度が監視されており、主制御装置80はその濃度が予め定めた所定の値以下に低下したことを検知すると、第1の空調制御装置162及び第3の空調制御装置166に対してその旨を通知し、第1の空調制御装置162により、ウエハステージ系ユニット162、レチクルステージ系ユニット164内に中純度のヘリウムガスが供給され、その内部のガス置換が行われるが、この際に、主制御装置80からの指示に応じてステージ制御装置81では、ウエハステージ及びレチクルステージをそれぞれ駆動するようにしても良い。このようにすると、メンテナンス頻度の高いレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内のみガス置換する際には、ステージ制御装置81により、各ステージを駆動しつつガス置換が行われるので、ステージの駆動により積極的にガスが拡散され、より高速なガス置換が可能となる。

【0244】なお、停電時、シャットダウン時、装置移動時等の後の空調ユニット152、154、156、158内の雰囲気を元の状態に復帰させるためにガス置換を行う際には、耐圧シート160A~160Dが耐え得る所定の同一真空度で各空調ユニット内部の気体を排出し、空調用の気体の供給を行う工程を繰り返すことで、ガス置換を行えば良い。

【0245】また、本実施形態では、上述の如く、ガス置換の際に各空調ユニット内を一度真空にすることでガス置換の効率を高めているが、ガス置換に時間をかけても良い場合には、各空調ユニット内を必ずしも一旦真空にしなくとも良い。例えば、各空調ユニット内のガスを一旦窒素ガス(N<sub>2</sub>ガス)で置換し、その後ヘリウムガス(He)に置換したり、あるいは、各空調ユニット内のガスを時間を掛けて徐々にヘリウムガスに置換するようにしても良い。このようにする場合には、前述した耐圧シート160A~160Dは勿論、これに代えて、金属箔(金属の薄いシート、通常0.15mm以下のものをいう)を備えるシート部材(金属箔そのもの、あるいは金属箔がその表面に付されたシート部材)や、軟性プラスチックに金属を蒸着したシート部材等のケミカル

リーンなシート部材を使用することも可能となる。このようなシート部材は耐圧シート160A~160Dに比べて振動伝達抑制効果に優れているという利点を有している。また、このようなシート部材を用いる場合も、該シート部材に皺を寄せたり、柱部材等に緩めに固定したりすることで、更なる3次元振動にも対応することが可能となる。

【0246】また、上記では特に説明しなかったが、本実施形態の露光装置では、第2の空調制御装置164は、予備電源により動作可能となっており、露光装置の電源がオフされたとき、その予備電源による動作を開始して投影光学系ユニット156、照明系ユニット158内からの内部ガスの排出を停止するとともに、それらの内部に高濃度のヘリウムガスを僅かに供給するようになっている。このため、元々メンテナンス頻度が低く、駆動部分が少ない投影光学系PLや照明光学系IOPについては常に高純度のヘリウムガスをパージした状態を維持できるため、運転の再開に際し装置を立上げる際に真空状態にする頻度が極めて少なくなり、不要に装置へのストレスを与える必要がなくなり、立ち上げ時間も短縮することができる。

【0247】この他、本実施形態の露光装置では、ウエハステージWSTのヨーイング( $\theta_z$ 回転)は、非走査方向であるX軸方向に駆動する駆動装置が、第1のXリニアモータ104Aと第2のXリニアモータ104Bとを有しているので、ステージ制御装置81が、ウエハレーザ干涉計システム146の検出結果に基づいて、第1のXリニアモータ104Aと第2のXリニアモータ104Bとの推力分配率を制御することにより、確実に補正することができる。

【0248】また、XY方向移動ユニット94がウエハステージWSTの駆動装置84に含まれるので、ウエハステージWSTの構成を簡略化することが可能となり、これによってウエハステージWSTの小型・軽量化が可能になっている。同様の理由により、レチクルステージRSTも小型軽量化が可能になっている。

【0249】また、板ばね118は、ウエハステージWSTの重心位置に関して線対称となる状態で配置されていることから、ウエハステージWSTにピッチング、ローリング等を生じさせる回転モーメントがその振動要因となることがない。この点は、レチクルステージRST側も同様である。

【0250】また、本実施形態では、図4及び図2から明らかなように、ウエハベース定盤28、レチクルベース定盤32は、三角形の各頂点位置の近傍で吊り下げ部材26、脚30A~30Cによってそれぞれ3点支持され、ウエハステージWSTの駆動装置84、レチクルステージRSTの駆動装置82は、支柱34A~34Dによりそれらの三角形にほぼ重なる長方形の各頂点位置で4点支持されているので、吊り下げ部材26及び脚30

A~30Cと支柱34A~34Dとをいわゆる入子構造の配置とすることができ、スペース効率を良好に維持してフットプリントの増大を防止することができる。

【0251】また、ウエハステージWST、レチクルステージRSTの位置を計測するウエハレーザ干涉計システム146、レチクルレーザ干涉計74を構成する各干涉計が、防振ユニット18A~18Cによって支持され、前述の如く、振動、歪み等が効果的に抑制された本体コラム12側に固定され、それぞれのステージの位置を本体コラム12に支持された投影光学系PL(に固定された固定鏡)を基準として計測していることから、それらの干涉計の計測誤差が非常に小さくなり、それらの干涉計により各ステージの位置を精度良く計測することが可能になる。

【0252】また、本実施形態では、XYステージ120上に配置された3つの試料台支持ユニット136A~136Cをそれぞれ構成する各一对の試料台支持棒132の先端面と試料台138の上面とが、ほぼ同一面となる状態で、前記各試料台支持棒132と試料台138とがXYステージ120(ウエハステージWST)の移動面内方向の剛性が移動面に直交する方向の剛性に比べて高い板ばね142A~142Cによって連結され、試料台支持ユニット136A~136Cをそれぞれ構成する3つのボイスコイルモータ134により、試料台138をZ・チルト駆動するようになっていることから、ウエハステージWSTの移動面内の駆動に伴う反力の影響を殆ど受けることがなく、ボイスコイルモータ134によりウエハベース定盤28を基準面として試料台138のZ・チルト駆動を高精度に行うことが可能になる。

【0253】また、前述した板ばね118の変形で発生するステージ部のストレスを板ばね142A~142Cで吸収することができるので、試料台138に歪みが生じるのを効果的に抑制することができ、その側面に形成された反射面の変形も抑制することができ、この意味においてもウエハステージWSTの位置計測精度の向上が可能になる。

【0254】本実施形態の露光装置10では、上述した数々の工夫により、F<sub>2</sub>レーザ光あるいはそれより短波長の真空紫外光を露光用照明光として用いる場合に、ケミカルクリーン及び露光用照明光の透過率の面で、高い性能を発揮することができ、また、装置各部の振動や応力を低減し、また、それぞれのステージの位置制御性の向上、両ステージの同期整定時間の短縮によりスループットの向上が可能となり、また、投影光学系PLの振動に起因するパターン転写位置ずれや像ボケ等の発生を効果的に防止して露光精度の向上を図ることができる。

【0255】なお、上記実施形態では、空調ユニット152、154、156、158及びチャンバ151内の空調用の気体に用いられる不活性ガスがヘリウムガスである場合について説明したが、本発明がこれに限定され

ないことは勿論である。すなわち、不活性ガスとして、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン等を用いても構わない。上記実施形態では、照明系ユニット158と投影光学系ユニット156内の使用により純度が低下したヘリウムガスをチャンバ151内の空調用として使用する場合について説明したが、照明系ユニット158と投影光学系ユニット156内で使用されたヘリウムガスの純度が、レチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内で使用できるヘリウムガスの純度の許容範囲内に入っているのであれば、照明系ユニット158と投影光学系ユニット156内で使用されたヘリウムガスをレチクルステージ系ユニット154、ウエハステージ系ユニット152内に供給するようにしても良い。

【0256】また、上記実施形態では、第1の気体及び第2の気体としてヘリウムガスをを用いる場合について説明したが、窒素ガスをを用いても良い。

【0257】さらに、上記実施形態では、第1の気体として純度の低い(中純度の)ヘリウムガスをを用い、第2の気体として純度の高いヘリウムガスをを用いる場合について説明したが、第1の気体と第2の気体の種類を異ならせても良い。例えば、第1の気体として窒素ガス、第2の気体としてヘリウムガスをを用いても良い。また、上記実施形態では、照明系ユニット内全体にヘリウムガスを供給する場合について説明したが、照明系ユニット内で、光路長の短い空間においては、純度の高い窒素を供給しても良い。

【0258】また、本実施形態の露光装置では、軸受けとして気体静圧軸受けに限らず、磁気軸受けを用いても良い。

【0259】なお、上記実施形態では、光源として、 $F_2$ レーザ光源、 $Kr_2$ レーザ光源あるいは $Ar_2$ レーザ光源を用いるものとしたが、これに限らず、例えば波長193nmの真空紫外光を発する $ArF$ エキシマレーザ光源を用いても良い。

【0260】また、例えば、上記実施形態と同様に真空紫外光を用いる露光装置であっても、投影光学系として反射光学素子のみからなる反射系、又は反射光学素子と屈折光学素子とを有する反射屈折系(カタディオプトリック系)を採用しても良い。ここで、反射屈折型の投影光学系としては、例えば特開平8-171054号公報(及びこれに対応する米国特許第5,668,672号)、並びに特開平10-20195号公報(及びこれに対応する米国特許第5,835,275号)などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタと凹面鏡とを有する反射屈折系、又は特開平8-334695号公報(及びこれに対応する米国特許第5,689,377号)、並びに特開平10-3039号公報(及びこれに対応する米国特許出願第873,605号(出願日:1997年6月12日))などに開示される、反射

光学素子としてビームスプリッタを用いずに凹面鏡などを有する反射屈折系を用いることができる。

【0261】この他、特開平10-104513号公報(及び米国特許第5,488,229号)に開示される、複数の屈折光学素子と2枚のミラー(凹面鏡である主鏡と、屈折素子又は平行平板の入射面と反対側に反射面が形成される裏面鏡である副鏡)とを同一軸上に配置し、その複数の屈折光学素子によって形成されるレチクルパターンの中間像を、主鏡と副鏡とによってウエハ上に再結像させる反射屈折系を用いても良い。この反射屈折系では、複数の屈折光学素子に続けて主鏡と副鏡とが配置され、照明光が主鏡の一部を通して副鏡、主鏡の順に反射され、さらに副鏡の一部を通してウエハ上に達することになる。

【0262】さらに、反射屈折型の投影光学系としては、例えば円形イメージフィールドを有し、かつ物体面側、及び像面側が共にテレセントリックであるとともに、その投影倍率が1/4倍又は1/5倍となる縮小系を用いても良い。また、この反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置の場合、照明光の照射領域が投影光学系の視野内でその光軸をほぼ中心とし、かつレチクル又はウエハの走査方向とほぼ直交する方向に沿って延びる矩形スリット状に規定されるタイプであっても良い。かかる反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置によれば、例えば波長157nmの $F_2$ レーザ光を露光用照明光として用いても100nmL/Sパターン程度の微細パターンをウエハ上に高精度に転写することが可能である。

【0263】また、真空紫外光として $ArF$ エキシマレーザ光や $F_2$ レーザ光などが用いられるが、 $DFB$ 半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム(又はエルビウムとイットリビウムの両方)がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

【0264】例えば、単一波長レーザの発振波長を1.51~1.59 $\mu m$ の範囲内とすると、発生波長が189~199nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波長が151~159nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544~1.553 $\mu m$ の範囲内とすると、発生波長が193~194nmの範囲内の8倍高調波、即ち $ArF$ エキシマレーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を1.57~1.58 $\mu m$ の範囲内とすると、発生波長が157~158nmの範囲内の10倍高調波、即ち $F_2$ レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

【0265】また、発振波長を1.03~1.12 $\mu m$ の範囲内とすると、発生波長が147~160nmの範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を1.099~1.106 $\mu m$ の範囲内とすると、発生波長が



157～158nmの範囲内の7倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザー光とはほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザーとしては例えばイットリビウム・ドーブ・ファイバーレーザーを用いることができる。

【0266】また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーブされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

【0267】勿論、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、及び撮像素子（CCDなど）の製造に用いられる露光装置などにも本発明を適用することができる。

【0268】なお、上記実施形態では、本発明が、スキヤニング・ステップに適用された場合について説明したが、マスクと基板とを静止した状態でマスクのパターンを基板に転写するとともに、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置を構成する基板ステージ部分に本発明を適用しても良い。かかる場合にも、本発明は、ケミカルクリーン及び露光用照明光の透過率の面で、高い性能を発揮することができるので、高精度な露光が可能となる。

【0269】また、本発明に係る露光装置において、ウエハステージやレチクルステージにリニアモータ（米国特許第5,623,853号又は米国特許第5,528,118号の公報参照）を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型に限らず、ローレンツ力又はリアクタンス力を用いた磁気浮上型のものを用いても良い。

【0270】また、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置の本体コラムに搭載し、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを本体コラムに搭載して配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより上記実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望

ましい。

【0271】また、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに転写するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。以下、このデバイス製造方法について更に詳述する。

【0272】《デバイス製造方法》次に、上述したリソグラフィシステム（露光装置）及び露光方法をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

【0273】図13には、デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートが示されている。図13に示されるように、まず、ステップ401（設計ステップ）において、デバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ402（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ403（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

【0274】次に、ステップ404（ウエハ処理ステップ）において、ステップ401～ステップ403で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ405（デバイス組立ステップ）において、ステップ404で処理されたウエハを用いてデバイス組立を行う。このステップ405には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

【0275】最後に、ステップ406（検査ステップ）において、ステップ405で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

【0276】図14には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ404の詳細なフロー例が示されている。図14において、ステップ411（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ412（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ413（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ414（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ411～ステップ414それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。



【0277】ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ415（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ416（露光ステップ）において、上で説明したリソグラフィシステム（露光装置）及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ417（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、ステップ418（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ419（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0278】これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返すことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0279】以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステップ416）において上記実施形態の露光装置及びその露光方法が用いられるので、ケミカルクリーン及び露光用照明光の透過率の面で、高い性能を発揮することができ、また、装置各部の振動や応力を低減し、また、それぞれのステージの位置制御性の向上、両ステージの同期整定時間の短縮によりスループットの向上が可能となり、また、投影光学系PLの振動に起因するパターン転写位置ずれや像ボケ等の発生を効果的に防止して、重ね合せ精度の向上を含む露光精度の向上が可能となる。従って、高集積度のデバイスの生産性（歩留まりを含む）を向上することができる。

【0280】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、請求項1～請求項23に記載の各発明によれば、ケミカルクリーン及び露光用照明光の透過率の面で、高い性能を発揮できるという従来にない優れた露光装置を提供することができる。

【0281】また、請求項24～請求項28に記載の各発明によれば、ケミカルクリーン及び露光用照明光の透過率の面で、高い性能を発揮できるという従来にない優れた露光方法が提供される。

【0282】また、請求項29及び請求項30に記載の各発明によれば、高集積度のマイクロデバイスの生産性を向上させることができるデバイス製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態の露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】図1の装置のレチクルステージ及びその駆動装

置を概略的に示す平面図である。

【図3】図2のA-A線断面図である。

【図4】ウエハステージをXY2次元方向に駆動する駆動装置近傍の各構成部分を示す平面図である。

【図5】図4のB-B線断面図である。

【図6】図4のC-C線断面図である。

【図7】図7（A）は、図5の円D内を拡大して示す図、図7（B）は、図5の円E内を拡大して示す図、図7（C）は、図6の円F内を拡大して示す図である。

【図8】図8（A）は、ウエハステージを示す平面図、図8（B）は、板ばね118によってXY方向移動ユニット94に取り付けられた状態のウエハステージWSTを-Y方向から見た側面図である。

【図9】図1の装置の制御系を示すブロック図である。

【図10】一実施形態のユニット別空調システムの構成を模式化して示す図である。

【図11】図10のレチクルステージ系ユニットと投影光学系ユニットとを区画する耐圧シート160Bの柱部材に対する取付け構造を一部断面して示す図である。

【図12】図11の取付け金具を拡大して示す斜視図である。

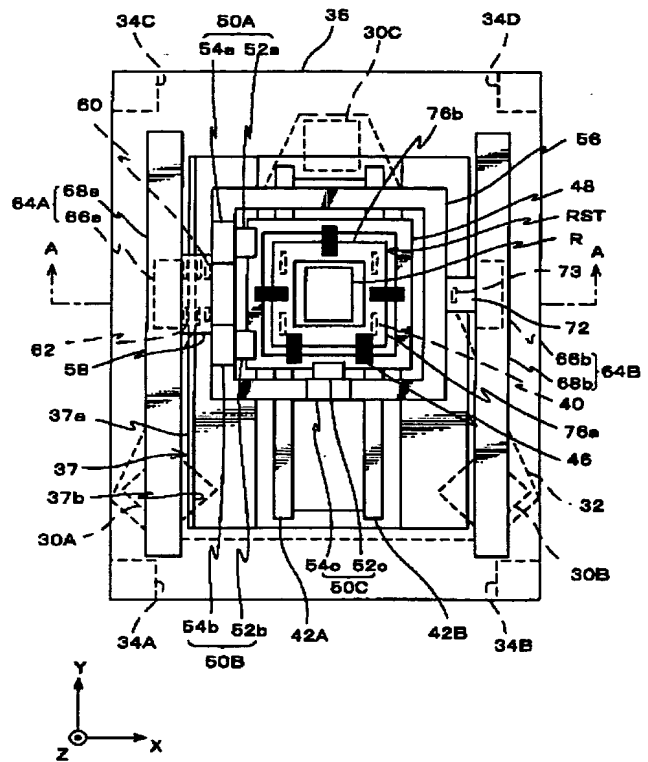
【図13】本発明に係るデバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャートである。

【図14】図13のステップ404における処理を示すフローチャートである。

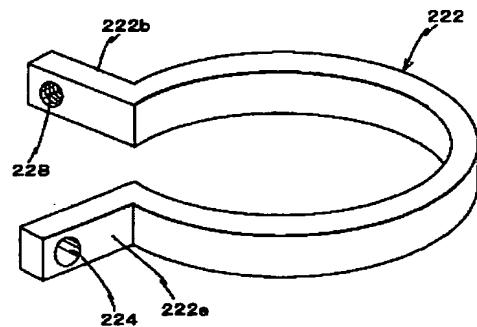
【符号の説明】

10…露光装置、12…本体コラム（第1ユニット）、14…第2ユニット、18A～18C…防振ユニット（防振機構）、80…主制御装置（第1の監視装置、第2の監視装置）、81…ステージ制御装置、82…駆動装置、84…駆動装置、151…チャンバ（第5空調室、第3のタイプの空調室）、152…ウエハステージ系ユニット（第1空調室、第1のタイプの空調室）、154…レチクルステージ系ユニット（第2空調室、第1のタイプの空調室）、156…投影光学系ユニット（第3空調室、第2のタイプの空調室）、158…照明系ユニット（第4空調室、第2のタイプの空調室）、160A～160D…耐圧シート（シート部材）、162…第1の空調制御装置、164…第2の空調制御装置、166…第3の空調制御装置、210A～210D…第1の濃度センサ、214…ガス貯蓄機構（貯蓄機構）、215…第2の濃度センサ、222…取付け金具（締結機構の一部）、226…スクリュー（締結機構の一部）、R…レチクル（マスク）、W…ウエハ（基板）、IOP…照明光学系、PL…投影光学系、RST…レチクルステージ（マスクステージ）、WST…ウエハステージ（基板ステージ）。

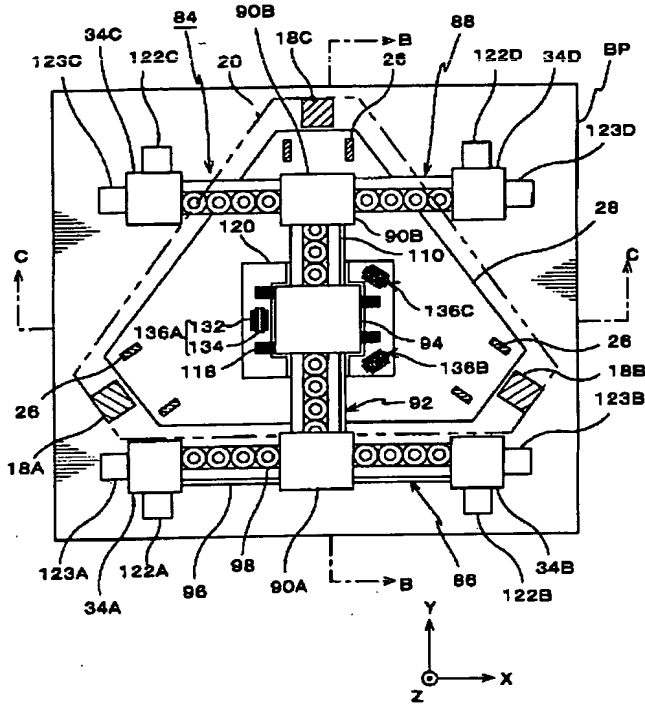
【図2】



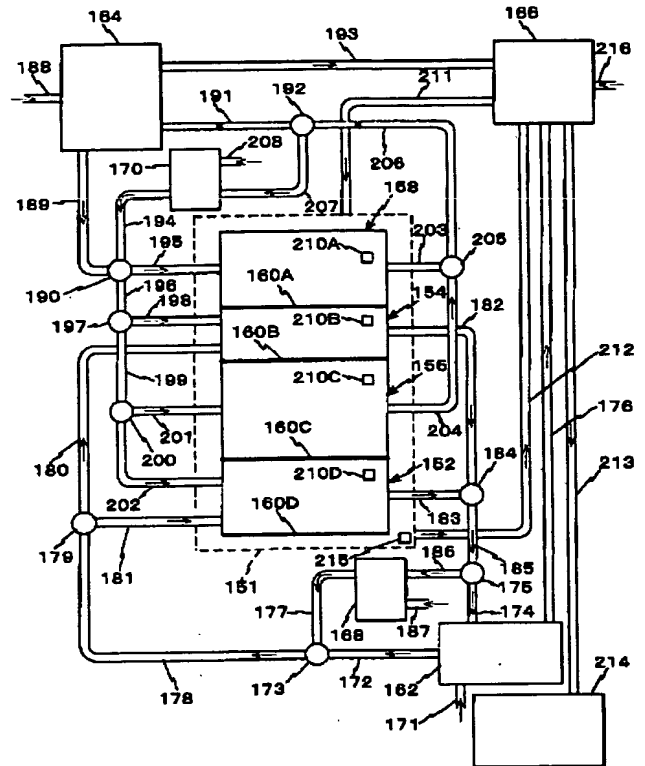
【図3】



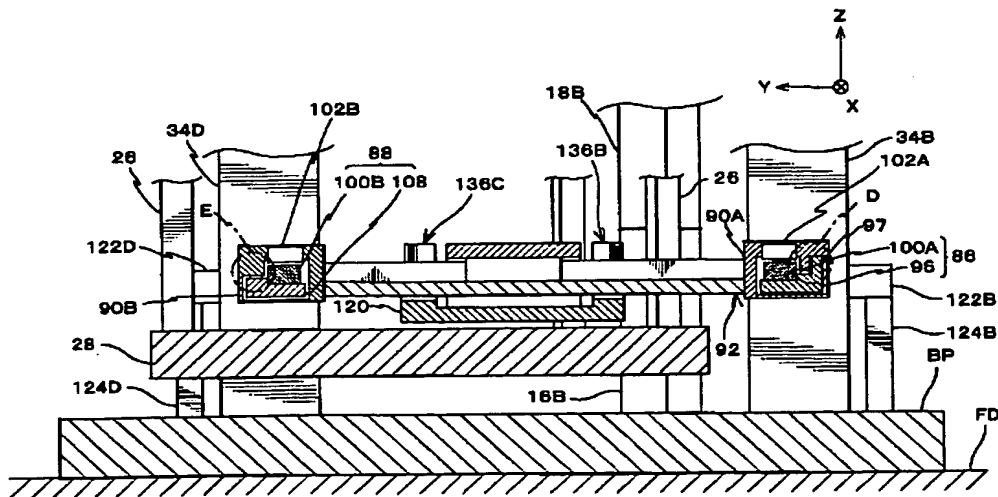
【図4】



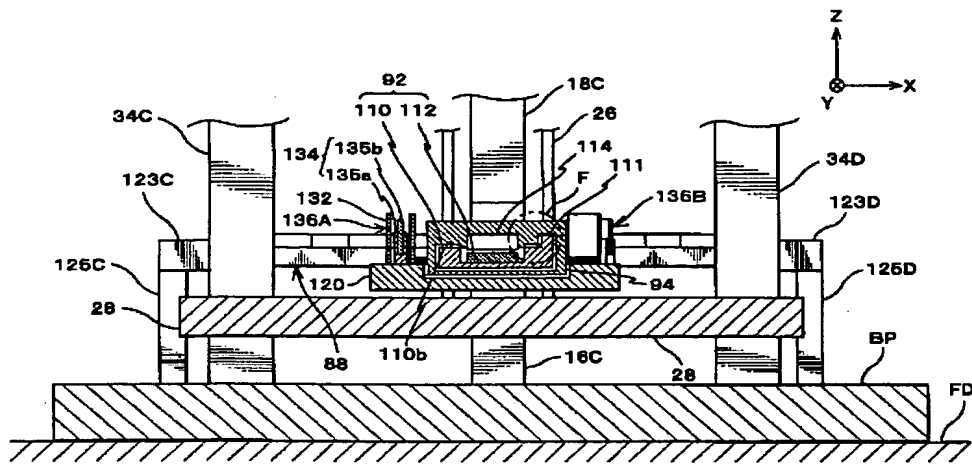
【図10】



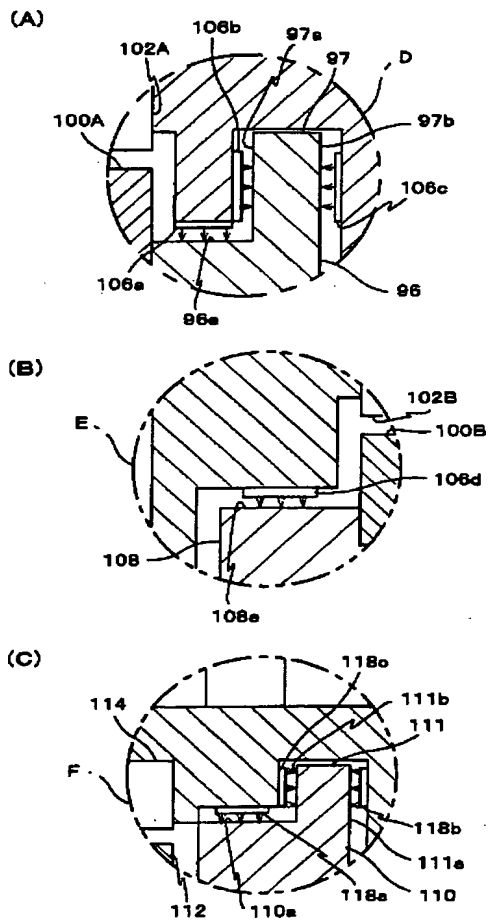
【図5】



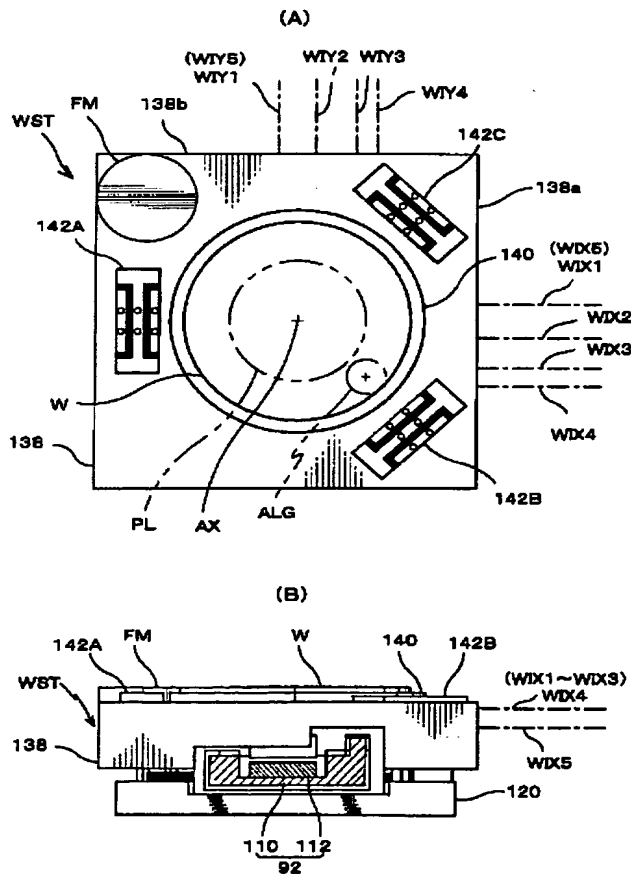
【图6】



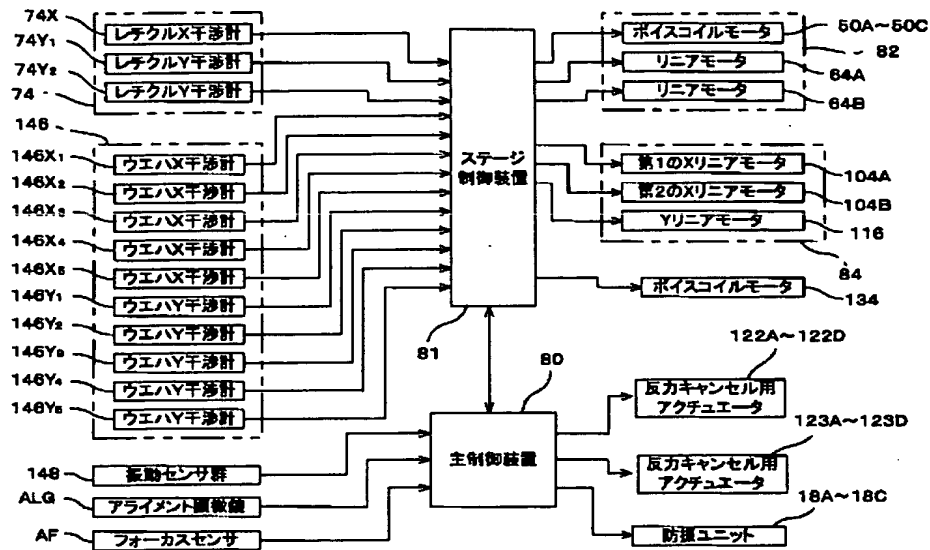
【图7】



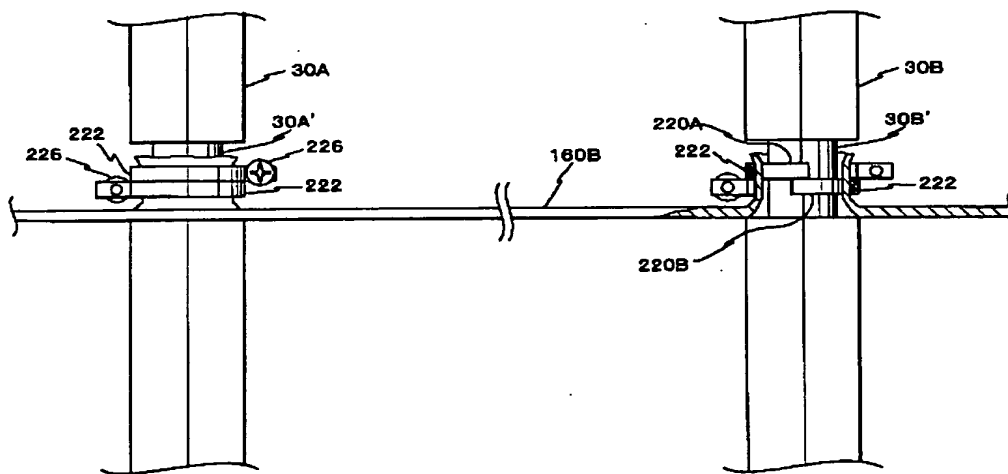
【☒8】



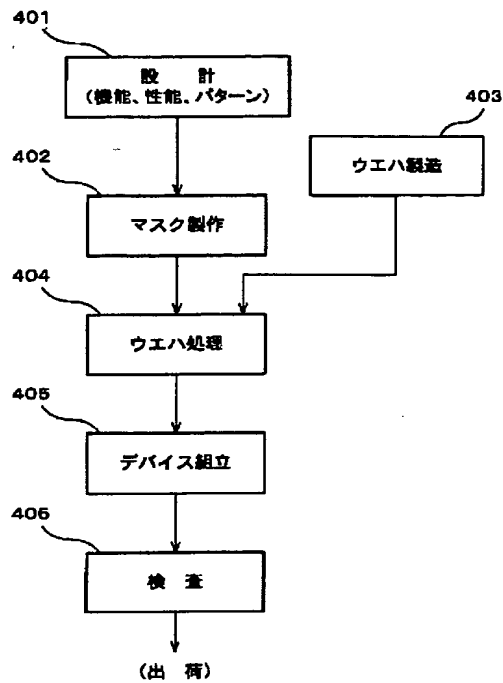
【図9】



【図11】



【図13】



【図14】

